V.3

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

NEUNUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

BAND XXXIX.

MIT 2 BILDNISTAFELN, 1 BILDNIS IM TEXT UND 60 TEXTABBILDUNGEN
IN 171 EINZELFIGUREN.

B.5.50

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1921

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
JUN
GARDEN LIBRARY

SHOUT
SHARE
IT

Schwendener-Heft.

Sitzung vom 28. Januar 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem am 10. Januar d. J. erfolgten Ableben unseres Ehrenmitgliedes, Herrn Professor Dr.

Alfred G. Nathorst,

Direktor des Phytopaläontologischen Museums in **Vetenskapsakademien** b. Stockholm.

Ferner starben die ordentlichen Mitglieder, Herr Professor Dr.

Georg Hieronymus

Kustos am Botan. Museum zu **Berlin-Dahlem** (am 18. Januar 1921), Dr.

Ch. L. Gatin,

Préparateur de botanique an der Sorbonne, in **Versailles,** und Professor Dr.

D. T. Gwynne-Vaughan,

Professor der Botanik an der Universität in **Belfast,** Irland.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Schnegg, Dr. **H.,** o. Professor der Gärungsphysiologie an der Hochschule **Weihenstephan** b. Freising, Bayern (durch F. BOAS und W. WÄCHTER),

Crüger, Dr. phil. **Otto,** Assistent am Botanischen Institut der Universität **Marburg** (durch ARTHUR MEYER und M. NORDHAUSEN),

Rehnelt, Friedrich, Inspektor des Botanischen Gartens in **Gießen** (durch E. KÜSTER und W. WÄCHTER),

Vogt, Dr. phil. nat. **Ernst,** wissensch. Hilfsarbeiter am Reichsgesundheitsamt in **Berlin-Dahlem,** Lentzeallee, (durch L. JOST und A. MÜLLER),

Metzner, Dr. **Paul,** Assistent am Botan. Institut der Universität **Leipzig,** Linnéstr. 1 (durch J. BUDER und P. STARK),

Czaja, Dr. **Alphons Theodor,** Assistent am Botanischen Institut der Universität **Jena** (durch W. DETMER und O. RENNER),

Seifert, Dr. **Fritz**, Assistent am Botan. Institut der Universität **Jena** (durch W. DETMER und O. RENNER),

Röber, Friedrich, Studienreferendar in **Dresden-A.**, Pfotenhauerstr. 35 (durch O. DRUDE und J. BUDER),

Raum, Dr., Regierungsrat, Saatzuchtanstalt in **Weihenstephan** (durch F. BOAS und O. APPEL).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Kulke, Johannes in **Halle a. S.**,
Kajanus, Dr. **Birger** in **Landskrona**,
Greger, Dr. **Justin** in **Prag**,
Staiger, Dr. in **Berlin**.

Ferner teilt der Vorsitzende mit, daß aus der Stiftung für die PAUL MAGNUS-Plakette eine größere Summe übriggeblieben ist, welche zur Drucklegung von Arbeiten in einem „PAUL-MAGNUS-Heft"[1]) verwandt wird.

---

[1]) Zur Erläuterung sei hier bemerkt, daß Herr Prof. KOLKWITZ s. Zt. angeregt hatte, sogenannte „Spenderhefte" herauszugeben, deren Druck ganz oder zum Teil auf Kosten eines Spenders erfolgen solle. Der Anregung wurde nachgegeben, und so erscheint das vorliegende Heft als erstes dieser Spenderhefte, da ein Schüler SCHWENDENERs einen Betrag gestiftet hat, der es ermöglicht, das Heft 4 in etwas größerem Umfang herauszubringen. Das zweite Heft erscheint gemäß obiger Mitteilung als PAUL-MAGNUS-Heft. Die Hefte können entweder einem verstorbenen oder lebenden Mitgliede gewidmet werden, oder das Heft erscheint unter dem Namen des Spenders. Die Spende soll mindestens 600 M. betragen.

Mitteilungen.

I. Kurt Stern: Über polare elektronastische Erscheinungen.

(1. Mitteilung.)
(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 14. September 1920.)

Die ersten Angaben über Elektronastie — so müssen wir die Erscheinung heute nennen — finden sich in einer Arbeit aus dem Jahre 1776, betitelt „Expériences électriques“ von M. COMUS[1]: Die Blätter der Mimose mit elektrisiertem Glase berührt schließen sich, die Atmosphäre einer geladenen Leydener Flasche einem Blatte genähert läßt sämtliche Blättchen desselben sich schließen und das Blatt selbst sinken. Die Entladung der Flasche durch einen Zweig bewirkt Niederknicken und Schließen seiner Blätter. Elektrische Bäder sind ohne Wirkung, mehrere Tage hindurch oft wiederholtes Elektrisieren schwächt die Reizbarkeit der Pflanze zuletzt soweit, daß ihre Blätter auf keine mechanische Reizung hin mehr sich schließen und selbst für elektrische Schläge unempfindlich werden. Bereits 25 Jahre nach dieser Mitteilung lagen 16 Arbeiten über denselben Gegenstand vor, aber einen wirklichen Fortschritt brachten erst im Jahre 1809 J. W. RITTERs „Elektrische Versuche an der *Mimosa pudica* L. in Parallele mit gleichen Versuchen an Fröschen“[2]. Es ist die letzte Arbeit dieses hervorragenden Naturforschers, dem sowohl die Physik wie die Biologie außerordentlich viel verdankt, herausgegeben nach seinem Tode. Dies, der Ort der Publikation, vor allem aber die verschüttende Welle der hereinbrechenden Naturphilosophie mag es verschuldet haben, daß diese Arbeit, obschon sie zu den klassischen Arbeiten exakter Naturforschung gehört, über ein Jahrhundert in völlige Vergessenheit geraten konnte, und daß RITTERs Resultate heute noch unbekannt sind, obwohl sie zu den grundlegenden der Pflanzenphysiologie, ja der allgemeinen Physiologie überhaupt gehören. Ich will hier nur ganz kurz diejenigen Ergebnisse RITTERs anführen, die in Beziehung zu denjenigen eigenen Versuchen stehen, von denen ich in dieser und der folgenden Mitteilung berichte, und bespreche, die anderen Versuchsresultate RITTERs in einer späteren Mitteilung: Die elektrische Reizung wirkt im allgemeinen auf die Gelenke von *Mimosa* polar verschieden. Je nach der Art des Gelenkes (Blatt-, Fieder-, Blättchengelenk) und der Art der Reizung löst der + Pol oder der — Pol eine Reizbewegung aus, während der andere Pol keine oder merklich schwächere Reizwirkung zeigt. In bestimmten Fällen tritt an beiden Polen gleich starke Reizung ein. Die Polarität erfährt Umstimmungen mit dem Alter der Blätter, indem z. B. ein junges Blatt die entgegengesetzte Polarität zeigt wie bei gleicher Reizung ein altes. Auch das Auftreten von Öffnungszuckungen hat RITTER bereits beobachtet, obwohl ihm der Begriff des elektrischen Stromes noch fehlte und daher vieles, was in der Arbeit steht, erst in unsere heutigen Vorstellungen umgedacht werden muß, um verständlich zu werden.

---

[1] Observations sur la physique T. VIII. herausg. v. ROZIER. Paris 1776.
[2] Denkschr. d. Kgl. Ak. d. Wiss. München 1809/10.

Die polaren elektrischen Erscheinungen an *Mimosa* wurden von neuem entdeckt von einem indischen Forscher CH. J. BOSE[1]), dessen Arbeiten leider nirgends die Beachtung gefunden haben, die ihnen gebührt. Die Beobachtungen BOSEs bestätigen — ohne daß BOSE RITTERs Arbeit kennt — im großen und ganzen dessen Ergebnisse, so daß die Zusammenfassung der RITTERschen Ergebnisse zugleich eine der wichtigsten diesbezüglichen BOSEschen ist. Aber in 3 Punkten geht BOSE wesentlich über RITTER hinaus. I. RITTER arbeitete größtenteils mit polarisierbaren Draht- und Goldblattelektroden. Da beim Fließen eines elektrischen Stromes an metallischen Elektroden Säure- bzw. Alkalibildung auftritt, so sind zunächst derartige Versuche über polare elektrische Wirkungen stets dem Einwand ausgesetzt, es handle sich bei den beobachteten Reizbewegungen um die Wirkungen der an den Elektroden entstehenden Säure und Base. BOSE verwendet dagegen von diesem Fehler freie unpolarisierbare Elektroden vom Typ der DU BOIS REYMONDschen Tonstiefelelektroden und erhält trotzdem die polaren elektrischen Reizwirkungen. II. BOSE variiert in weitem Umfange Spannung, Stromstärke und Reizform (Kondensatorentladung, Gleichstrom, Induktionsschlag) und entdeckt dadurch die Abhängigkeit der Art der Polarität (+ oder — Polarität, Anoden oder Kathodenreizung) auch von diesen Faktoren. III. Er dehnt seine Versuche über eine große Anzahl von Versuchsobjekten aus: *Mimosa, Biophytum, Phyllanthus, Averrhoa, Neptunia* etc. und findet entsprechende Gesetzmäßigkeiten.

---

1) Plant response, London 1906.

Das Hauptresultat meiner eigenen Untersuchungen, das sei gleich vorweggenommen, ist die volle Bestätigung der Resultate RITTERs und BOSEs im allgemeinen, wenn auch im einzelnen mannigfache Unterschiede sich ergeben und ich den speziellen Formulierungen dieser Autoren nicht immer folgen kann. Darüber hinaus gelang mir eine Erweiterung ihrer Befunde nach mehreren Richtungen hin.

Versuchsmethodik.

Zur Stromzuleitung dienten unpolarisierbare Elektroden. Ein beiderseits offenes Glasröhrchen von etwa 5 mm lichter Weite und 7 cm Länge wird an seinem unteren Ende mit einem Pfropfen

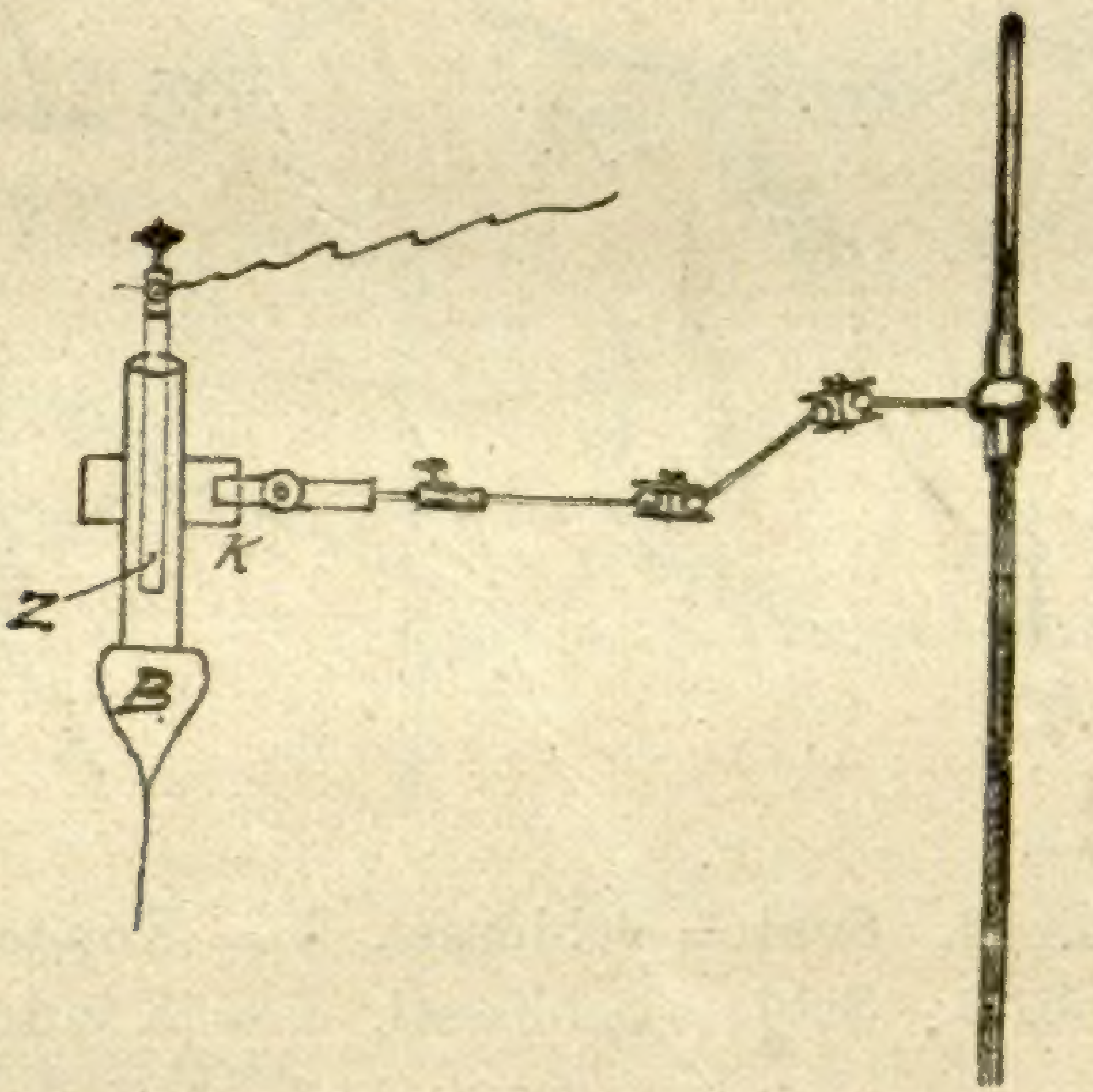
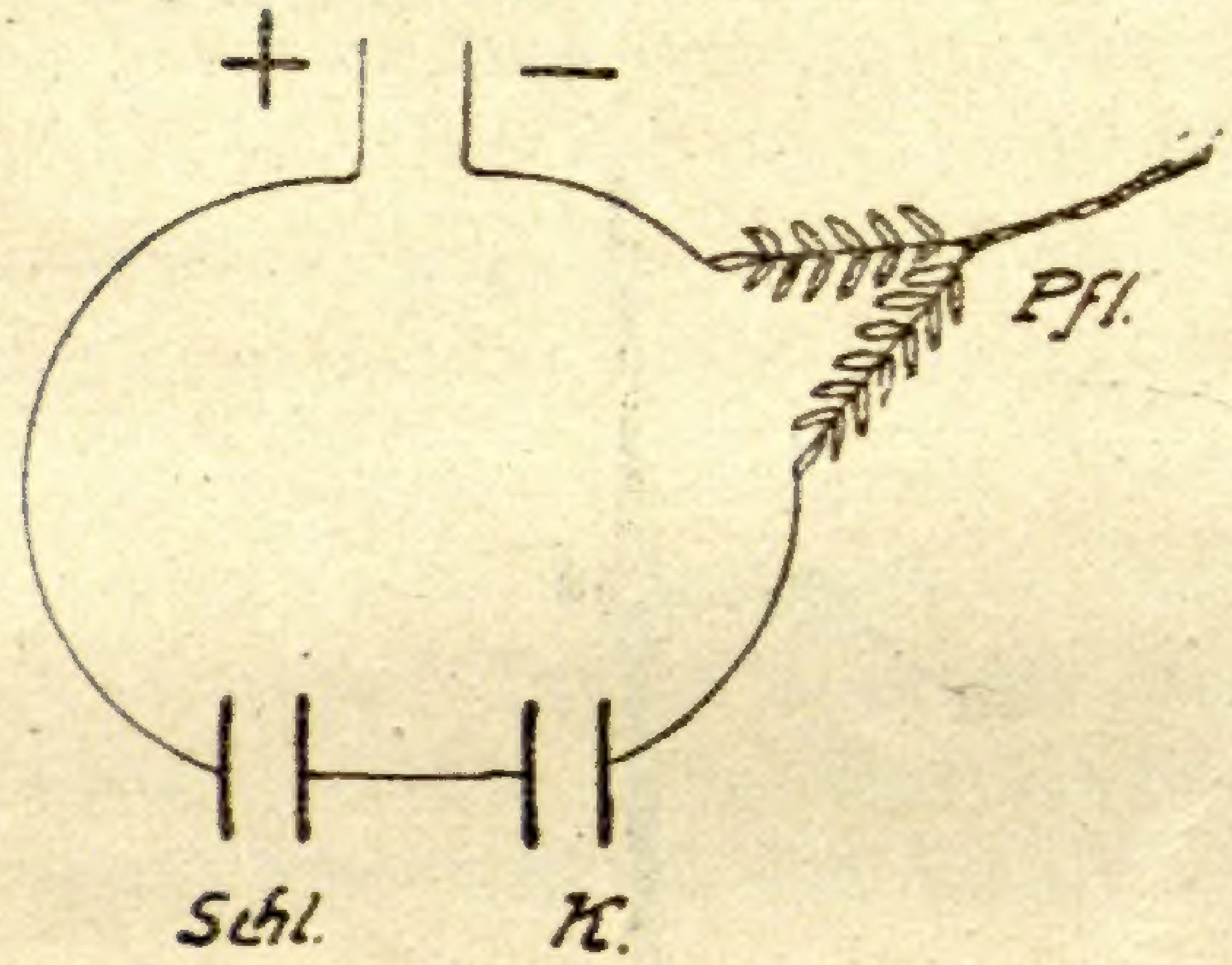


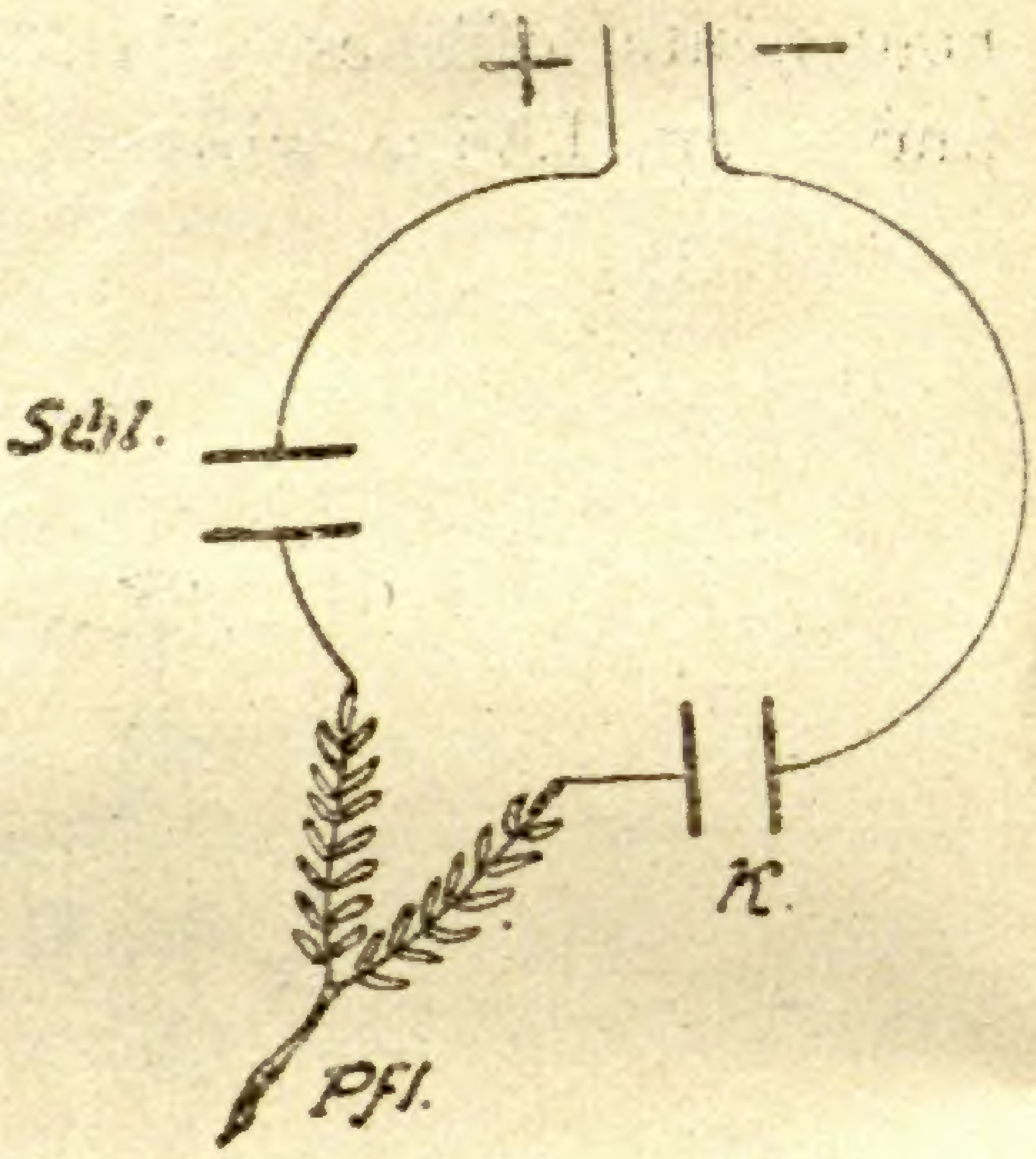
Abb. 1. B = Boluspfropfen. Z = Zinkstab, K = Kork.

aus Bolus alba verschlossen, der mit Leitungswasser angeknetet ist. In den Pfropfen ist ein mit Leitungswasser befeuchtetes Baumwollfädchen eingeknetet. In das zur Hälfte mit Zinksulfatlösung gefüllte Glasröhrchen wird ein amalgamierter Zinkstab getaucht, an den eine Messingklemmschraube angelötet ist, in die der Zuleitungsdraht geklemmt wird. Der Boluspfropfen ist außen mit Vaseline überzogen, um Verdunstung und dadurch Nachsaugen der Zinksulfatlösung in den Ton zu verhindern. Übrigens sorge ich auch durch häufiges Ausspülen der Baumwollfäden mit Leitungswasser für deren dauernde Sauberkeit und hinreichende Feuchtigkeit. Die Elektroden sind in mit 2 Kugelgelenken versehenen Klammern befestigt, die ich im Tübinger Botanischen Institut vorfand (Abb. 1), und die es leicht ermöglichen, die Fäden der Elektroden an den verschiedensten Stellen der Versuchspflanze anzulegen.

Bei den in dieser und der folgenden Mitteilung beschriebenen Versuchen wurde entweder mit Gleichstrom oder mit Kondensatorentladung gearbeitet. Niedere und mittlere Spannungen (bis 60 Volt) wurden durch Hintereinanderschalten von Akkumulatoren erzielt, höhere bis 250 Volt der Lichtleitung entnommen. Die bei den Kondensatorentladungen gebrauchten Schaltungen zeigt Abb. 2 und 3. Als Kondensatoren dienten Papierkondensatoren von EDELMANN, München, von 0,001 Mf. (Mikrofarad) und 0,01 Mf. und von MIX & GENEST, Berlin, von 0,5 Mf.



2.



3.

Abb. 2. Schl = Schlüssel, K = Kondensator.
Abb. 3. Schl = Schlüssel, K = Kondensator.

Versuche mit *Berberis*.

Meine ersten Versuche stellte ich mit verschiedenen *Berberis*arten an. Daß deren Staubblätter elektronastisch reagieren, ist bereits bekannt[1]). Aber die bisherigen Untersuchungen haben nur die Tatsache der Reizung durch Elektrizität festgestellt. Nach den Ergebnissen RITTERs und BOSEs an Mimosen lag nun der Gedanke nahe, auch bei den *Berberis*staubfäden nach polaren elektrischen Erscheinungen zu suchen, und die Versuchsergebnisse bestätigten diese Vermutung. Die Versuchsanordnung war folgende: Der Stiel einer Blütentraube wird durch eine durchbohrte Korkscheibe gesteckt und das ganze in ein mit Wasser gefülltes Kristallisierschälchen gestellt. Je eine Elektrode wird an die Spitze eines Blütenblattes zweier benachbarter oder übereinanderstehender Blüten

---

1) KABSCH, Bot. Ztg, Bd. 19, p. 345. 1861.

angelegt, und zwar in jeder Blüte des betreffenden Blütenpaares der Reihe nach an die verschiedenen Corollblätter (Abb. 4c).

Kondensatorentladung 0,01 Mf. (= Mikrofarad) 36 Volt. In den Tabellen bedeutet — = 1 Staubblatt zuckt am — Pol, beide = an beiden Polen etc., Blblp. = Blütenblattpaar.

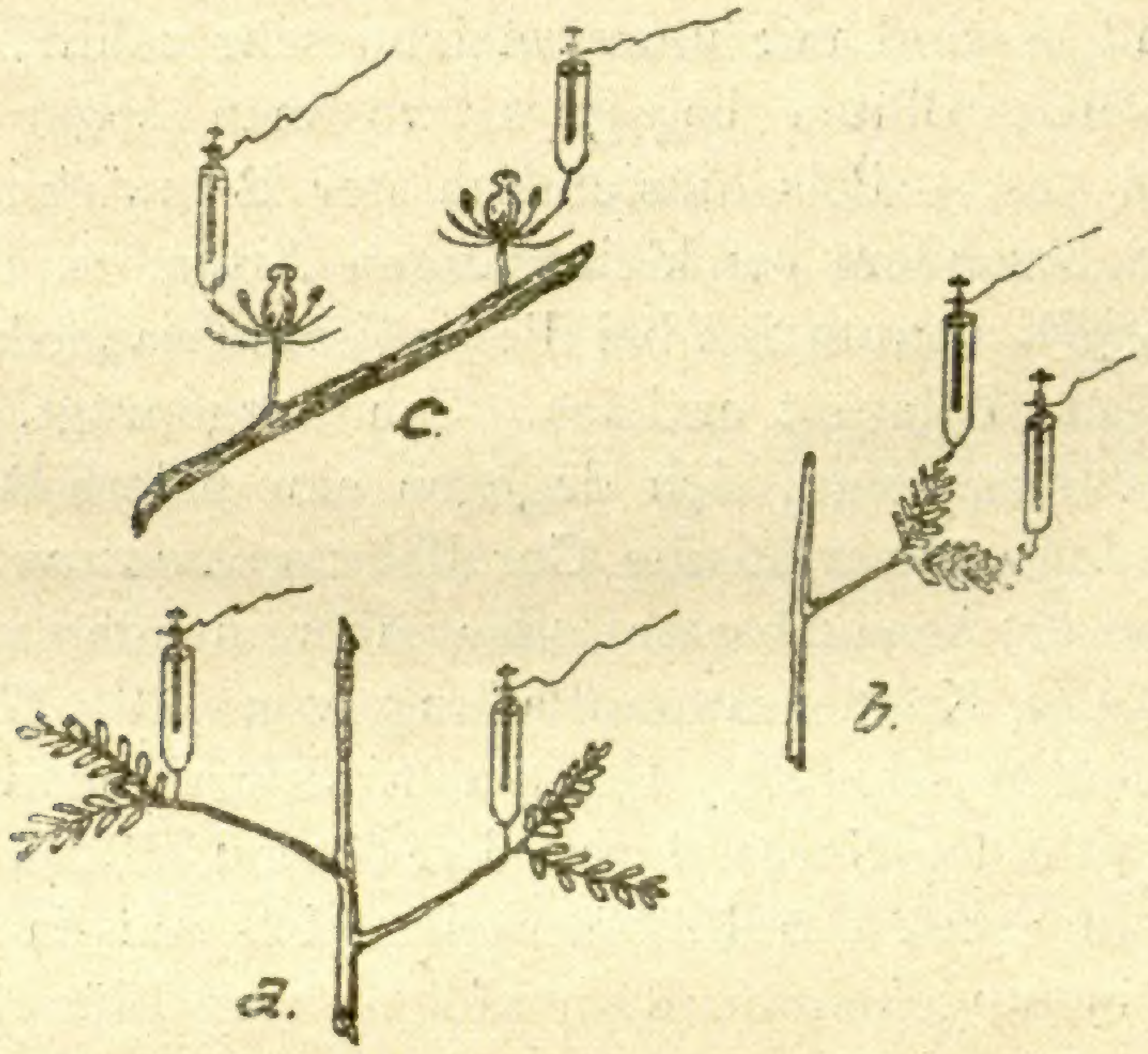


Abb. 4.

a) *Berberis nitens.*

Versuch:	I.	II.	III.	IV.	V.
1. Blblp.	—	— 2 Stbl, + 1 Stbl.	—	0	—
2. „	beide	—	—	—	—
3. „	—	+	0	0	—
4. „	0	—	0	0	0
5. „	—	0	0	—	0

b) *Berberis vulgaris* var. *atropurpurea.*

Versuch:	I.	II.	III.
1. Blp.	—	—	+
2. „	—	+	—
3. „	0	0	0
4. „	—	0	beide
5. „	beide	—	0

Man sieht, daß eine stärkere Reizwirkung des negativen Poles besteht. Ist der Reiz zu schwach, so erhält man gar keine Zuckung, ist er stark, so erhält man Reaktion an beiden Polen, doch zeigt sich auch in diesem Falle oft noch eine stärkere Wirkung des — Poles, indem dort mehrere Staubblätter zucken.

Überhaupt zuckt sowohl am — wie am + Pol nicht immer nur das Staubblatt, das vor dem Corollblatt steht, dem die Elektrode anliegt, sondern mehrere. Ob dies als Reizleitung oder direkte Reizung aufzufassen ist bleibt unentschieden. Unmittelbar nach der Reaktion beginnt die Rückkrümmung, und in wenigen Minuten ist das Staubblatt zu einer neuen Reaktion befähigt. Aber bei der gewählten Versuchsanordnung ist die Polarität recht wenig ausgeprägt und es sind mir unter meinen sehr zahlreichen Versuchen gar nicht selten Blüten begegnet, wo man sogar ein deutliches Überwiegen des + Pols hinsichtlich der Reizwirkung konstatieren konnte und besonders bei kleinblütigen Arten, z. B. *Berberis vulg.* var. *microphylla* konnte ich bei dieser Versuchsanordnung überhaupt keine deutliche Polarität erzielen. Sehr ausgeprägt, ich kann sagen, fast ausnahmslos, zeigte sich dagegen eine polare Reaktion, als ich die Elektroden anstatt an die Corollblattspitzen auf die Mitte der Narben zweier benachbarter oder übereinanderstehender Blüten setzte und eine Kondensatorentladung von 0,01 Mf. und 250 V. durch die Blüten schickte. Der Strom fließt dann also in der Blüte am + Pol von der Narbe durch den Griffel, Blütenboden, Blütenstiel und ein Stück des Blütentraubenstiels um dann in der Blüte am — Pol in umgekehrter Reihenfolge vom Blütenstiel zur Narbe seinen Weg zu nehmen.

Berb. nitens. *Berb. vulg.* v. *atropurp.*

Versuch:	I.	II.	III.
1. Blütenpaar	+ alle, — 0	+ alle, — 0	+ alle, — 0
2. „	+ „ — 0	+ „ — 0	+ 3 — 0
3. „	+ „ — 0	+ „ — 0	+ 3 — 0
4. „	+ 4 — 0	+ „ — 0	+ 3 — 3
5. „	+ 4 — 0	+ „ — 0	+ 3 — 3

Ergebnis: Es zucken alle oder fast alle Staubblätter in der Blüte, deren Narbe der + Pol aufsitzt, während am — Pol in der Regel keine Reaktion auftritt. Legt man bei niedriger Spannung die Elektroden auf die unverletzten Narben, so ist bei den verwendeten Kondensatoren die Entladung zu schwach, um Reaktion auszulösen. Während also eine Entladung 0,01 Mf. 250 V. eine starke Reaktion am + Pol hervorruft, bleibt eine Entladung 0,5 Mf. 25 V., bei der die fünffache Elektrizitätsmenge entladen wird, wirkungslos. Es gilt hier also nicht das Reizmengengesetz oder kann jedenfalls höchstens in sehr engen Grenzen gelten. Nach den Erfahrungen der tierischen Physiologie war dieses Resultat auch zu erwarten, doch soll hier auf diese Fragen nicht näher eingegangen werden. Legt man bei hoher Spannung

(250 V.) die Elektroden an die Corollblattspitzen, wie dies in der ersten Versuchsanordnung getan wurde, so zucken meist Staubblätter in beiden Blüten, und die Reaktion verliert ihre ausgeprägte Polarität. Auch bei Verwendung von Gleichstrom 250 V. mit den Elektroden auf den Narben tritt außer Reaktion am + Pol oft auch Reaktion am — Pol auf. Wahrscheinlich hat die stärkere elektrische Reizung, die die Verwendung von Gleichstrom gegenüber den kleinen Kondensatorentladungen derselben Spannung bewirkt, eine Reizung an beiden Polen zur Folge. Die Frage, ob die Änderung der Polarität mit der beschriebenen Änderung der Versuchsanordnung der Übergang von Kathoden- zur Anodenreizung auf einer Umstimmung beruht, wie dies später für *Mimosa* beim Übergang von niedriger zu hoher Spannung gezeigt werden soll, oder bedingt ist durch die verschiedenartige Anbringung der Elektroden in beiden Anordnungen, soll, wie eine Reihe anderer Fragen und Beobachtungen, hier unerörtert bleiben. Es soll vielmehr nur noch hervorgehoben werden, daß zur Erzielung der angegebenen Versuchsresultate vor allem die Beachtung folgender 2 Punkte erforderlich ist. I. Die beiden Elektroden müssen möglichst gleichartig sein und angebracht sein. II. Der Strom darf keine Nebenschließungen haben, die z. B. dadurch leicht hervorgerufen werden, daß die beiden verwendeten über- oder nebeneinander stehenden Blüten sich berühren oder beregnet sind; denn es ist klar, daß ein atypischer Stromverlauf auch atypische Reizwirkungen auslösen muß.

Versuche mit *Biophytum*.

Die Versuche wurden im Juli im Münchener Botanischen Garten ausgeführt, und zwar an dem gelbblühenden *Biophytum sensitivum*[1]), das wegen seiner dünnen Cuticula sehr geeignet zu derartigen Versuchen ist. Bei hoher Temperatur (über 30°) und Luftfeuchtigkeit führen die Blättchen dauernd antonome Bewegungen aus, indem sich die Blättchen bald des einen, bald eines anderen Blattes periodisch senken und heben. Die Versuche mit elektrischer Reizung sind also nur bei nicht zu hoher Temperatur ausführbar, da man sonst nicht entscheiden kann, ob die eintretende Reaktion autonom oder Folge der elektrischen Reizung ist. Die von HABERLANDT[2]) hervorgehobene Tatsache, daß bei stärkerer Reizung die *Biophytum*blättchen periodische Ab- und Aufwärtsbewegungen von abnehmender Amplitude ausführen, konnte auch von mir sowohl

---

1) cf. GOEBEL, Die Entfaltungsbewegungen. 1919.

2) HABERLANDT, Annales Buitenzorg, 1898, Suppl. 2, p. 33.

bei mechanischer wie elektrischer wie chemischer Reizung beobachtet werden. Doch hier soll nur von den polaren elektrischen Reizwirkungen berichtet werden. Die Elektroden wurden in 1—3 Blattpaar Entfernung von der Spitze und Basis eines Blattes angelegt, und zwar so, daß bald der + Pol und bald der — Pol an der Spitze bzw. Basis anlag, der Strom also bald basipetal bald acropetal im Blatte floß. Die Spannung betrug 12 Volt. Es ergab sich aber kein merklicher Einfluß hiervon auf den Verlauf der Reaktion, vielmehr trat unabhängig von der auf- oder absteigenden Richtung des Stromes eine deutliche Polarität der Reizwirkung auf; denn stets begann die Reaktion am — Pol, pflanzte sich nach der Anode zu fort, wobei bald die Reizwirkung über die Anode hinausging, also auch die außerhalb der Anode nach der Basis des Blattes zu gelegenen Blättchen erfaßte, bald an der Anode halt machte. Dagegen tritt eine Öffnungszuckung, wenn überhaupt, an der Anode auf, indem an ihr ein oder einige Blattpaare bei Öffnung des Stromes sich senken. Diese Resultate bestätigen im wesentlichen Befunde BOSEs, nur daß die von BOSE als charakteristisch angegebene Hemmung der Reaktion an der Anode nicht immer, sondern nur vereinzelt zu beobachten war. Bei Reizung mit 60 Volt trat in der Regel Reizung an beiden Polen auf. Hierbei konnte gelegentlich der interessante Fall beobachtet werden, daß nicht alle Blättchen zwischen den Elektroden sich senkten, sondern nur 3—4 von jeder Elektrode an, während 2—4 Paar in der Mitte ungereizt blieben. Da es sich um sehr reizbare Blätter handelte und schon eine Reizung mit der viel niedrigeren Spannung von 12 V. meist alle Blättchen des Blattes zum Sinken brachte, so kann diese Erscheinung wohl kaum auf eine zu schwache Reizwirkung zurückgeführt werden, sondern macht es sehr wahrscheinlich, daß die Interferenz der Wirkung der von beiden Elektroden kommenden Reize sich in den Gelenken der in der Mitte des Blattes ungereizt stehenbleibenden Blättchen so kompensiert, daß sichtbarer Reizerfolg nicht eintritt.

2. Kurt Stern: Über polare elektronastische Erscheinungen.

(2. Mitteilung.)

(Eingegangen am 14. September 1920.)

Versuche mit *Mimosa*.

A. Die Blattgelenke. Die Elektroden werden an je einem Punkte des Blattstieles zweier benachbarter Blätter angelegt, meist an der Ansatzstelle der Blattfiedern (Abb. 4a). Durch Variierung der Länge der zwischen + und — Pol befindlichen Gewebestrecke wird der Widerstand und damit die bei gleicher angelegter Spannung ihm umgekehrt proportionale Stromstärke variiert und dadurch die je nach dem Erregbarkeitszustande der Pflanze verschiedene zum Reizerfolg erforderliche oder gewünschte Stromstärke hergestellt. Mangels technischer Hilfsmittel konnte letztere leider nicht gemessen werden, so daß bei den beschriebenen Versuchen nur die verwendete Spannung angegeben ist. Führt die Reizung des Blattgelenkes zu einem sichtbaren Erfolg, so sinkt der eine oder beide Blattstiele und unterbricht dadurch, daß er sich vom Elektrodenfaden loslöst, den Strom. In den folgenden Versuchsprotokollen bedeutet Blp. = Blattpaar; +, —, beide, 0 Zuckung am +, — Pol, an beiden Polen gleichzeitig oder an keinem; m. g. = mechanisch gereizt.

Gleichstrom 40 Volt.

M. Spegazini

Versuch:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Blp.	+	+, nachher —	beide	+	—	0	+	+
2. „	+	+	+	+	+	+	+	+
3. „	+	+	+	beide	+	+	+	+
4. „	—	+, nachher —	0	+	+	+	+	+

M. pudica.

Versuch:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Blp.	—	—	—	—	—	m. g.	—	—
2. „	—	—, nachh. +	+, nachh. —	—	—	—	—	—
3. „	—	—	—	—	—	—, nachh. +	—	—
4. „	—	—	—	—	—	—	m.g.	—

Bei allen Versuchen wurde bald das obere, bald das untere Blatt eines Blattpaares mit demselben Pol verbunden, ohne daß irgend ein Einfluß hiervon auf den Reizerfolg festgestellt werden konnte. Es ergibt sich also, unabhängig davon, ob der Strom aufsteigende oder absteigende Richtung hat (acropetale oder basipetale), eine deutliche polare Wirkung des elektrischen Stromes bei dieser Versuchsanordnung und zwar für *M. Sp.* eine - Polarität, für *M. pud.* eine — Polarität; denn in je 32 Versuchen senkt sich bei *M. Speg.* in 24 nur das Blatt am + Pol, bei *M. pud.* in 26 nur das Blatt am — Pol. Die Versuche, in denen beide Blätter, sei es gleichzeitig, sei es nacheinander, sich senken, lassen sich verschieden auffassen. I. Es tritt direkter Reizerfolg sowohl an Anode wie an Kathode auf, sei es gleichzeitig, sei es, daß die Reaktionszeit an einem Pol länger ist als am anderen. II. Es findet Reizleitung vom gereizten zum ungereizten Pol statt, in den Fällen scheinbar gleichzeitiger Senkung müßte dann allerdings eine unwahrscheinlich große Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Reizes angenommen werden. III. Die Isolierung des Topfes, der auf einer trockenen Stein-, Glas- oder Paraffinplatte stand, ist ungenügend; auch nach Unterbrechung des Stromes durch Sinken eines Blattes fließt noch ein Strom mit Erdleitung und bewirkt Reizung. Diese Auffassung kommt ebenfalls wesentlich nur für die Fälle in Betracht, in denen das zweite Blatt merklich später als das erste sich senkt. Zweifellos kommen alle 3 möglichen Fälle auch wirklich vor, welche Möglichkeit jedoch im Einzelfalle verwirklicht ist, läßt sich nur durch eine spezielle Untersuchung entscheiden. Als sehr auffälliges und den früheren Untersuchungen gegenüber neues Resultat ergibt sich: Die Art der Polarität kann bei nahe verwandten Arten unter möglichst gleich gewählten elektrischen und sonstigen Bedingungen verschieden sein. Dies Resultat verliert freilich viel von seiner Merkwürdigkeit, wenn man bedenkt, daß bereits RITTER an demselben Exemplar von *M. pud.* bei Blättern verschiedenen Alters eine verschiedene Polarität feststellen konnte, eine Beobachtung, die auch Befunde von BOSE und in gewissen, später beschriebenen Fällen von mir bestätigen. Bei den geschilderten Versuchen, die im Juni in Tübingen an etwa 3 Monate alten Mimosen mit etwa 10 entfalteten Blättern vorgenommen wurden, trat ein Einfluß des Blattalters auf die Art der Polarität freilich nicht zutage. Als ich entsprechende Versuche im August in München vornahm, fand ich jedoch bei *M. pud.* eine verhältnismäßig stärkere Reizwirkung des

+ Pols als in Tübingen. Bis jetzt ist mir eine auch nur annähernd vollständige Aufklärung der Abhängigkeit der Art der Polarität, (+ oder — Polarität oder Apolarität) von äußeren und inneren Bedingungen noch nicht geglückt; es scheinen mir aber sehr labile Verhältnisse vorzuliegen.

Gleichstrom 250 Volt.

Bei dieser Spannung zeigt sich nun bei *M. pud.* eine Umstimmung. Es senkt sich nunmehr das Blatt am + Pol, und das am — Pol bleibt in seiner Ruhelage, während ja bei niedriger Spannung das umgekehrte Verhältnis herrscht. Speziell bei sehr reizbaren Exemplaren und hoher Temperatur erhält man bei Verwendung benachbarter Blätter in der Regel Zuckungen beider Blätter, ein Verhalten, für dessen Auffassung natürlich a priori die für die Auffassung der Zuckungen an beiden Polen bei 40 Volt entwickelten Möglichkeiten in Betracht zu ziehen sind. Ich erhielt eine viel ausgesprochenere Polarität, wenn ich die Elektroden paarweise an Blatt 1 und 4, 2 und 5 etc. anlegte.

M. Sp.

Versuch:	1.	2.	3.	4.
1. u. 4. Bl.	+	+	beide	+
2. u. 5. „	+	+	+	+
3. u. 6. „	+	+	beide	+
4. u. 7. „	+	+	+	beide

M. Sp.

Versuch:	1.	2.	3.
1. u. 2. Bl.	beide	beide	+
3. u. 4. „	„	„	beide
5. u. 6. „	„	„	+
7. u. 8. „	„	„	beide

M. pud.

Versuch:	1.	2.	3.	4.
1. u. 4. Bl.	+	+	beide	+
2. u. 5. „	+	beide	+	+
3. u. 6. „	+	+	+	+
4. u. 7. „	+	+	+	+

M. pud.

Versuch:	1.	2.	3.
1. u. 2. Bl.	+	beide	+
3. u. 4. „	beide	„	+
5. u. 6. „	„	+	beide
7. u. 8. „	„	beide	„

Bei *M. Sp.* tritt also keine Umstimmung auf, sondern wie bei niedrigen wirkt hier auch bei hohen Spannungen der + Pol stärker als der — Pol.

Entsprechende Resultate ergab die Reizung mit Kondensatorenentladung. Bei niedriger und mittlerer Spannung (bis ca. 40 V.) war freilich meist bei den kleinen Kapazitäten die Reizung zu schwach, um zu sichtbaren Reaktionen zu führen. Ich führe deshalb nur einige Versuche mit 250 V. an.

0,001 Mf.	*M. Speg.*					
Versuch:	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. u. 2. Bl.	0	+	0	+	+	+
3. u. 4. „	+	+	+	+	+	+
5. u. 6. „	+	+	+	+	+	+

0,01 Mf.	*M. Speg.*			*M. pud.*		
Versuch:	1.	2.	3	1.	2.	3.
1. u. 6. Bl.	+	+	+	+	+	+
2. u. 7. „	+	+	+	+	+	+
3. u. 8. „	+	+	+	+	+	0
4. u. 9. „	+	+	+	+	+	+
5. u. 10. „	+	+	+	+	0	+

0,5 Mf.	*M. Speg.*		*M. pud.*		
Versuch:	1.	2.	1.	2.	3.
1. u. 2. Bl.	beide	beide	+	+	+
3. u. 4. „	+	+	beide	+	+
5. u. 6. „	+	+	+	+	beide
7. u. 8. „	+	+	+	+	„

Es zeigt sich also, wie zu erwarten, auch bei diesen Kondensatorentladungen von 250 V. eine ausgeprägte + Polarität.

B. Die Blättchengelenke. Bei diesen Versuchen wurden die Elektroden an die Enden oder an die Mitten der Mittelrippe zweier Blattfiedern eines Blattes angelegt. (Abb. 4 b). Bei schlecht reizbarem Zustande geben niedrige und mittlere Spannnungen (bis 40 V.) oft gar keine Reaktion, da infolge des hohen Widerstandes, den die Cuticula dem Strom bietet, dieser die zur Auslösung einer Reaktion erforderliche Stärke nicht erreicht. Ich half mir dadurch, daß ich an 2 symmetrischen Stellen der beiden Fiedern je ein Blättchen abschnitt und die Elektroden an die Schnittflächen anlegte. Im Gegensatz zu den Reaktionen der Blattgelenke bieten die Reaktionen der Blättchengelenke bei dieser Versuchsanordnung meist ohne weiteres die Möglichkeit, entscheiden zu können, ob eine an beiden Polen auftretende Reaktion auf Reizleitung vom direkt gereizten Pol zum anderen Pol beruht oder auf direkter Reizung beider Pole; denn in letzterem Falle schreitet die Reaktion an beiden Polen von der Fiederspitze bzw. -mitte zur -basis fort und ergreift oft nur einige Blättchenpaare, während die zwischen den gereizten Paaren liegenden Blättchen ihre normale Ruhelage beibehalten, im ersteren Falle verläuft die Reaktion an der indirekt gereizten Fieder von der Basis zur Stelle, wo die Elektrode anliegt.

Sehr klare Resultate erhielt ich mit *M. pud.* Ganz in Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Blattgelenke zeigt sich, daß jedenfalls bei der gewählten Versuchsanordnung auch die Blättchengelenke bei mittlerer Spannung (ca. 40 V.) am — Pol reagieren, während am + Pol keine oder eine merklich schwächere Reaktion auftritt, während bei hohen Spannungen (250 V.) am + Pol Reaktion, am — Pol keine oder merklich schwächere Reaktion statthat.

M. pud. 40 V. (Blp. = Blättchenpaare.)

Versuch:	1.		2.		3.	
1. Bl.	— alle Blp.,	+ 0	— alle Blp. bis auf letztes,	+ 0	— alle,	+ 0
2. „	— „ „	+ 0	— „ „ „ „ „	+ 0	— „	+ 0
3. „	— „ „	+ 0	— „ „	+ 0	— 3,	+ 0
4. „	— „ „	+ 0	— „ „	+ 0		
5. „	— „ „	+ 0	— „ „	+ 0		

Dies sind 3 ganz typisch verlaufene Versuche; die Reaktionszeit ist recht variabel; sie schwankt zwischen einer ohne Registrierung unmeßbar kurzen Zeit bis zu einigen Sekunden. Während der Strom geschlossen bleibt, öffnen sich die Blättchen wieder und haben nach etwa 10 Minuten in der Regel ihre Ruhelage wieder erreicht. Wird nun der Strom geöffnet, so tritt bei schwächerer Reizung keine Öffnungszuckung ein, dies war z. B. bei den 3 oben angeführten Versuchen der Fall. Bei stärkerer Reizung tritt hingegen nunmehr am bei der Schließung ungereizten oder schwächer gereiztem, also in unserem Falle am + Pol Reizreaktion ein, indem mehr oder weniger Blättchenpaare daselbst zucken. Es ist nach den Erfahrungen der tierischen Elektrophysiologie wahrscheinlich, daß diese Öffnungszuckung auf eine Reizung durch den beim Öffnen des Stromes entstehenden Polarisationsstrom zurückzuführen ist, der natürlich die umgekehrte Richtung hat als der ursprüngliche polarisierende Strom. Leider konnte ich bis jetzt aus technischen Gründen diesen Polarisationsstrom noch nicht nachweisen und BOSE, der wie RITTER diese Öffnungszuckungen beobachtet hat, hat irgend welche Erklärung für sie nicht versucht, wie bei ihm überhaupt die Verbindung des Beobachteten mit den Ergebnissen der Elektrochemie nirgends angestrebt ist. Außer der typischen Reaktion, wie sie die 3 angeführten Versuche belegen tritt nun eine Komplizierung oft noch dadurch auf, daß an der Blattfieder, an der der + Pol anliegt von der Basis, also von Fiedergelenk aus, eine Reizreaktion stattfindet. Ferner schließen sich bei den Versuchen, bei denen die Elektroden nicht an den Fiederenden, sondern an irgendeiner Stelle des Fiederstieles, z. B. an seiner

Mitte anliegen, oft nicht nur die Blättchen, die von der Elektrode aus nach innen, also innerhalb des Stromkreises liegen, sondern auch solche, die nach außen von der Elektrode liegen. Es ist dies eine Erscheinung, die in das Gebiet der „elektrotonischen“ in der Sprache der tierischen Physiologie gehört und erst in einer späteren Mitteilung genauer besprochen und erklärt werden soll. Ich führe nur noch einige Versuche an, in denen man das eben Gesagte demonstriert findet.

M. pud. 40 V. Elektroden Fiedermitte. Sz. = Schließungs-. Öz. = Öffnungszuckung.

1. Bl. Sz. — 4 Blp.; + 0 Blp.
Öz. — 0 „ + 5 „
2. Bl. Sz. — 6 Blp.; + 1 Blp. an Basis, ferner nach einigen sec. alle Blättchen von der Elektrode nach außen.
Öz. — 0 Blp.; + alle nach innen, 2 Blp. nach außen.
3. Bl. Sz. — alle bis auf 1 Blp. an Basis; + 1 Blp. an Basis.
Öz. — 0; + alle bis Basis.
4. Bl. Sz. — alle bis auf ein Blp. an Basis; + 0.
Öz. — 0; + 3 Blp. nach innen, 2 nach außen.
5. Bl. Sz. — 2 Blp.; + 0 Blp.
Öz. — 0 „ + 0 „
6. Bl. Sz. — 0 „ + alle gleichzeitig.
Öz. — 0 „ ; + 0.

Der letzte Versuch scheint ganz aus dem Rahmen zu fallen, aber derartige der Aufklärung noch bedürftige Fälle kommen eben nicht selten vor. Ja, bei *M. Speg.* sind bis jetzt meine Versuchsresultate mit mittleren Spannungen so wechselnd gewesen, indem sich mir bald eine +, bald eine — Polarität zeigte, daß ich zurzeit auf die Darstellung meiner diesbezüglichen Versuche verzichte.

Bei hohen Spannungen (250 V.) zeigte sich wie bei den Blattgelenken auch bei den Blättchengelenken ein Vorwiegen der + Polarität.

M. Speg. 250 V. Elektroden an Fiederspitzen.

	Versuch 1:		Versuch 2:	
1. Bl.	+ alle;	— ½ der Blp. von Spitze an	+ alle;	— alle von Basis bis Spitze
2. „	+ „	— alle	+ „	— ½ von Spitze bis Mitte
3. „	+ „	— ½ der Blp. von Spitze an	+ „	— ½ von Spitze bis Mitte
4. „	+ „	— ½ der Blp. von Spitze an	+ ¾ von Spitze an	— alle von Spitze bis Basis
5. „	+ „	— ½ der Blp. von Spitze an	+ alle;	— 4 Blp. von Spitze
6. „			+ „	— 0

Außer dem Vorhandensein einer + Polarität sieht man hier deutlich, daß meist auch an der Kathode Reizung auftritt, jedoch beträchtlich schwächere. Die Tatsache, daß die Reaktion von der Kathode ausgeht und meist nur einen Teil der Blättchenpaare an der Fiederspitze ergreift, während nach der Basis zu alles unverändert bleibt, beweist, daß es sich hier nicht um Reizwirkung von der Anode aus handelt, während dies allerdings auch vorkommt, z. B. am — Pol von Bl. 1. des 2. Versuches. Noch schärfer ausgesprochen als bei Verwendung hochgespannten Gleichstromes zeigt sich die + Polarität bei Verwendung kleiner Kondensatorentladungen mit 250 V.

M. Speg. Elektroden an Fiederspitzen.

	0,001 Mf.	0,01 Mf.	0,5 Mf.
1. Bl.	+ alle; — alle von Basis	+ alle; — 2 Blp.	+ alle; — 5 Blp.
2. „	+ „ — 0	+ „ — 0 „	+ „ — 4 „
3. „	+ „ — 0	+ „ — 3 „	+ „ — 4 „
4. „	+ „ — 0	+ „ — 0 „	+ „ — 3 „
5. „	+ „ — 0	+ „ — 0 „	+ „ — 0 „

M. pud. Elektroden an Fiederspitzen.

	0,001 Mf.	0,01 Mf.	0,5 Mf.
1. Bl.	+ alle; — 0 Blp.	+ alle; — 0 Blp.	+ alle; — 0 Blp.
2. „	+ „ — 0 „	+ „ — 0 „	+ „ — 2 „
3. „	+ „ — 0 „	+ „ — 0 „	+ „ — 3 „
4. „	+ „ — 0 „	+ „ — 0 „	+ „ — 2 „
5. „	+ „ — 0 „	+ „ — 3 „	+ „ — 0 „

Die Stärke der Reaktion richtet sich selbstverständlich ceteris paribus nach der von den Außen- und Innenbedingungen abhängigen Empfindlichkeit. Bei sehr hoher Empfindlichkeit erhält man sowohl bei 0,5 Mf. wie bei Gleichstrom mit 250 V. Schließen sämtlicher Blättchen am + wie am — Pol, übrigens ist dann auch die Unterscheidung, was elektrischer Reizung und was mechanischer Reizung, bedingt durch die elektrische Reaktion einiger Blättchen, zuzuschreiben ist sehr schwierig. Ich brauche auch wohl nicht besonders zu betonen, daß die in allen angeführten Versuchen niedergelegten Beobachtungen nicht der Ausdruck dessen sind, was unter allen Umständen bei gegebenen elektrischen Bedingungen eintritt und eintreten muß, sondern daß vielmehr das Resultat in höchstem Maße auch vom Reizbarkeitszustande des Versuchsobjekts abhängig ist. So tritt z. B. bei geringer Reizbarkeit eine Reaktion erst bei hoher Spannung ein, die bei hoher Reizbarkeit bereits bei mittlerer Spannung eintritt und eine Reaktion, die bei hoher Reizbarkeit mit einer hohen Spannung z. B. +.Polarität ergibt, mag bei herabgesetzter Reizbarkeit oder einer sonstigen tonischen Veränderung mit derselben Spannung — Polarität ergeben. Von besonderem Einfluß auf die Art der Reaktion sind, um spezieller zu werden, Alter und vorangegangene Reizung. Während letztere in einer späteren Mitteilung in ihrer Wirkung geschildert wird, soll hier schon einiges über den Einfluß des Alters mitgeteilt werden.

RITTER fand an seinen Mimosen bei den jungen Blättchengelenken eine — Polarität, je älter die Blättchen wurden umso unausgesprochener wurde die Polarität, um sich schließlich bei den ältesten umzukehren. Bei diesen reizte also die + Elektrode stärker als die — Elektrode. An den 3—4 Monate alten Mimosen, mit denen ich arbeitete, konnte ich zwar einen entsprechenden Einfluß des Alters nicht feststellen. Wohl dagegen beobachtete ich einen solchen Anfang Mai an erst einige Wochen alten Pflänzchen. Ich will einige Versuche anführen.

Versuch I. *M. pud.* 0,001 Mf. 250 V. Elektroden an Fiederenden.

Jüngstes hellgrünes Blatt. Sz.: + Pol alle Bl. von Basis nach Spitze; — Pol die Blättchen von $^1/_3$ der Fiederlänge von Spitze an bis Spitze. Öz.: + 0; — alle Bl. von $^1/_3$ der Fiederlänge von Spitze an bis Basis.

Nächstälteres Blatt, dunkelgrün. — Pol 6 Blp.; + Pol 2 Blp. An beiden Polen Reaktion von Spitze nach Basis.

Nächstälteres Blatt, dunkelgrün. — Pol 4 Blp.; + Pol 4 Blp., basipetal an beiden Fiedern.

Nächstälteres Blatt, dunkelgrün. — Pol alle Blp.; + $^1/_3$ der Fiederlänge. basipetal an beiden Fiedern.

Versuch II. *M. pud.* 0,01 Mf. 250 V.

Jüngstes entfaltetes hellgrünes Blatt. + Pol alle Blp., acropetal: — Pol die Blättchen von $^1/_3$ der Fiederlänge von Spitze an, acropetal.

Nächstälteres dunkelgrünes Blatt. — Pol alle Blp., basipetal: + Pol $^2/_3$ der Blp. basipetal; ebenso an den 3 nächsten Blättern.

An einem Seitensproß unten ein hellgrünes junges Blatt. Sz.: + Pol alle (acropetal); — Pol von der Mitte der Fieder an die Blp. bis Spitze. Öz.: + 0, — Pol Blp. von Fiedermitte nach Basis.

Entsprechend verliefen Versuche mit Gleichstrom 250 V. Alle Blp. am + und — Pol schlossen sich, aber an den jungen hellgrünen am + Pol schneller als am — Pol und acropetal, während bei den älteren dunkelgrünen der — Pol stärker als der + Pol reizt und die Reaktion basipetal verläuft.

Es ergibt sich also, daß bei diesen beobachteten jungen Mimosen eine Umstimmung der Blätter mit dem Alter stattfindet, derart, daß dieselben, solange noch jung und hellgrün, + Polarität zeigen und nach einem Indifferenzstadium mit zunehmenden Alter — Polarität annehmen; die einzelnen Phasen dieses Prozesses treten mehr oder weniger deutlich auf. Mit der Veränderung der Polarität geht eine Veränderung der Reaktionsrichtung vor sich. Bei + Polarität ist die Reaktion acropetal, bei — Polarität basipetal gerichtet. Daß es sich bei der acropetalen Richtung nicht um eine Reizübertragung von einem direkt zu einem indirekt gereizten Pole handelt, sondern um eine Erscheinung sui generis, geht ohne weiteres daraus hervor, daß in diesen Fällen am — Pol ein Zusammenklappen der Blättchen erst in der Mitte oder an einem noch weiter nach der Spitze der Blattfieder zu gelegenen Punkte beginnt und zur Spitze fortschreitet, während die Blättchen nach der Basis zu völlig unbewegt bleiben und erst bei der Öffnung des Stromes reagieren. Nicht unerwähnt lassen will ich daß ich auch bei Versuchen mit solchen jungen Mimosen bei + Polarität Fälle mit basipetaler Reaktion gefunden habe, wie sie ja bei den älteren Mimosen die Regel ist. Leider wurde die Übergangsreaktion zwischen dem Typ der jungen und älteren Mimosen noch nicht beobachtet[1]).

Entsprechende Erscheinungen wie an den Blatt- und Fiederblättchengelenken wurden auch an den Blattfiedergelenken beobachtet. Zusammenfassend läßt sich also sagen: Die Gelenke der Mimose zeigen polare elektronastische Erscheinungen. Die Art der Polarität (Anoden- oder Kathodenreizung oder Anoden- und Kathodenreizung) ist abhängig von äußeren und inneren Bedingungen, wie Höhe der angelegten Spannung, Alter, Erregbarkeitzustand und Spezies.

Polare Erscheinungen bei Elektrotaxis und Elektrotropismus sind bereits bekannt. Ihr Auftreten bei elektronastischen Erscheinungen, ferner die analogen Erscheinungen an tierischen Nerven und Muskeln (PFLÜGERsches Gesetz etc.) zeigt, daß wir es hier mit einer für die Wirkung des elektrischen Stromes auf die lebende Substanz charakteristischen Erscheinung zu tun haben, deren Zurückführung auf bekannte physikalisch-chemische Erscheinungen eine der wichtigsten Aufgaben der Elektrophysiologie ist.

---

[1]) Es ist dies umso bedauerlicher, als ja nach den früheren Versuchsergebnissen die umgekehrte Polarität bei den dunkelgrünen Blättern zu erwarten gewesen wäre.

Die mitgeteilten Untersuchungen wurden in den botanischen Instituten der Univ. Tübingen und München ausgeführt, deren Direktoren, den Professoren RUHLAND und V. GOEBEL, ich auch an dieser Stelle für ihr Interesse und ihre Unterstützung bestens danke.

---

3. Friedrich Oehlkers: Zur reizphysiologischen Analyse der postfloralen Krümmungen des Blütenstiels von Tropaeolum majus.

(Zweite Mitteilung.)

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 19. Oktober 1920.)

Die Versuche des Sommers 1920 sollten einige in meiner ersten Mitteilung¹) noch bestehende Lücken der Einsicht in die postfloralen Krümmungsbewegungen des Blütenstiels von *Tropaeolum majus* beseitigen. Hiervon sei folgendes mitgeteilt.

Zur Prüfung der Frage der Epinastie wurde die früher angegebene Versuchsanordnung befolgt. Die in empfängnisfähigem Zustande von Freilandpflanzen abgeschnittenen Blüten wurden in Gläsern mit feuchtem Sphagnum ins Dunkelzimmer gestellt und bestäubt. Etwa 24 Stunden nach der Verdunkelung und 14 bis 16 Stunden nach der Bestäubung wurden sie an der Achse eines intermittierenden Klinostaten²) befestigt, derart, daß die Medianebene der Stiele parallel zur Achse und horizontal zu liegen kam; es wurden nur ausgesuchte Blütenstiele verwandt, an denen makroskopisch keine Torsion nachweisbar war. Der Klinostat wurde so eingestellt, daß seine Achse alle 12 Minuten eine Drehung von 180° ausführte. Auf diese Weise wurden die beiden antagonistischen

---

1) Diese Berichte, Bd. 38, 1920, S. 79 ff.

2) Es wurde das von FITTING angegebene Modell benutzt: Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang; Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 41, 1905, S. 233 ff.

Flanken des Stieles alternierend geotropisch gereizt und dadurch, nach der von KNIEP[1]) angegebenen Methode, die Wirkung des Geotropismus ausgeschaltet. 2 Reihen von Versuchen wurden vorgenommen: im Dunkeln und bei seitlicher Beleuchtung. Hierzu wurde eine 100 kerzige Metallfadenlampe in etwa 50 cm Entfernung von der Klinostatenachse so angebracht, daß sie die Stiele jeweils nach dem Umschlagen der Achse ventral oder dorsal beleuchtete. Die Stiele blieben 48 Stunden auf den Klinostaten. Die Temperatur des Dunkelzimmers betrug 18—20° C.

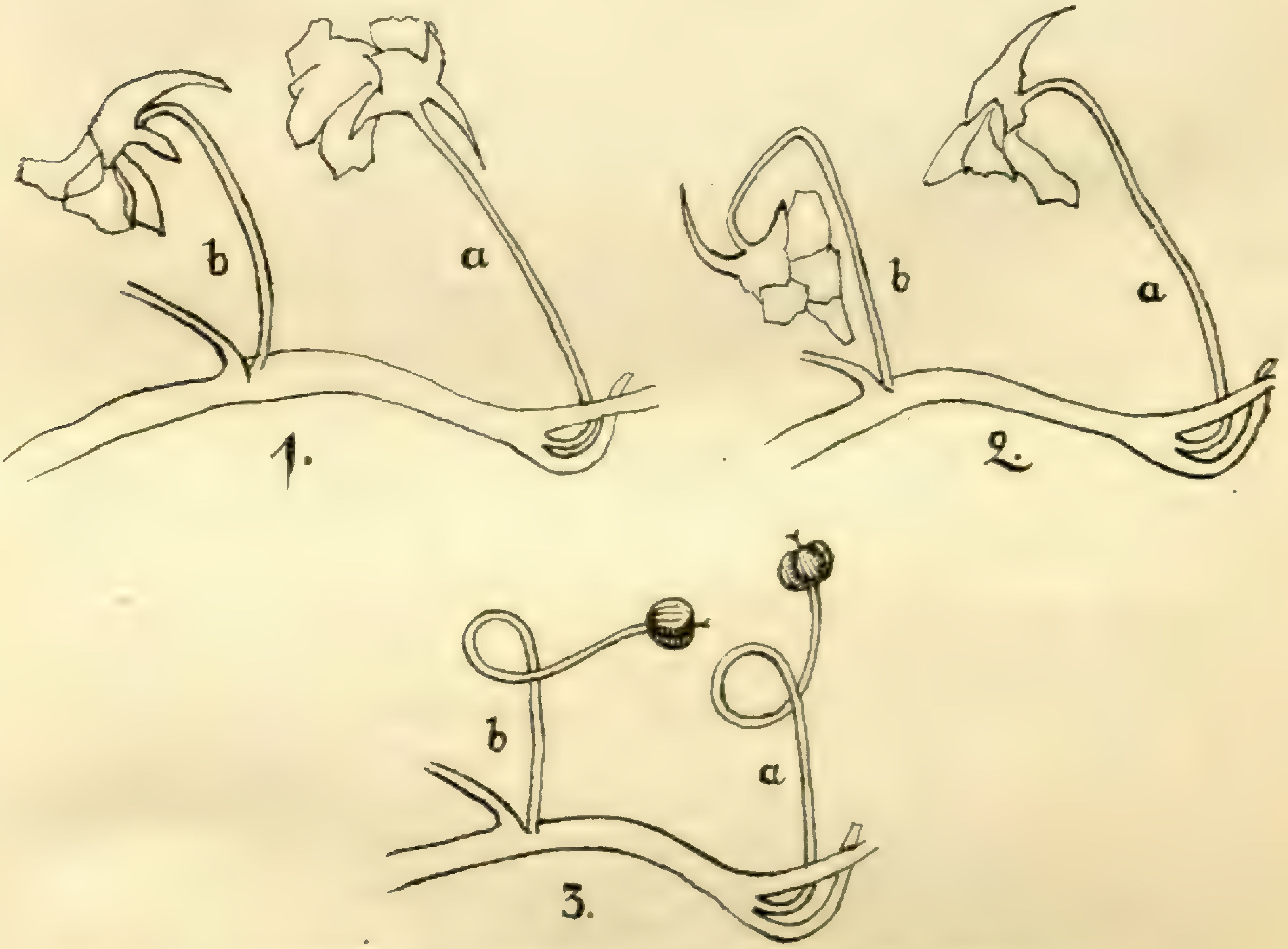


Abb. 1—3: Krümmungen an der Pflanze im Freien.

Abb. 1a: aufrechter Blütenstiel, b: erste Einkrümmung. Abb. 2a: erste Einkrümmung, b: zweite Einkrümmung. Abb. 3a u. b: Überkrümmungen.

Resultate:

1. Im Dunkeln.

Es wurden im ganzen 12 Stiele behandelt, bei 2 von ihnen blieben die Blüten unbefruchtet. Die übrigen zeigten alle eine dorsalkonvexe Krümmung, wobei — wie bei allen Versuchen im Dunkeln (vgl. Abb. 4) — die Zone der 2. Einkrümmung bevorzugt war. Die Größe des Bogens betrug zwischen 20° und 90°.

---

[1]) KNIEP: Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Bewegung der Laubblätter und die Frage der Epinastie; Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 48, 1910, S. 52 ff.

2. Bei seitlicher Beleuchtung.

12 Stiele wurden behandelt, 1 Blüte blieb unbefruchtet, 1 Stiel war infolge von Torsion völlig verbogen. Die übrigen zeigten alle eine dorsalkonvexe Krümmung. Die Größe des Bogens betrug zwischen 180° und 360°.

Aus diesen Versuchsergebnissen geht hervor, daß zum Geo- bzw. Phototropismus Epinastie[1]) als Ursache der postfloralen Krümmungen hinzukommt.

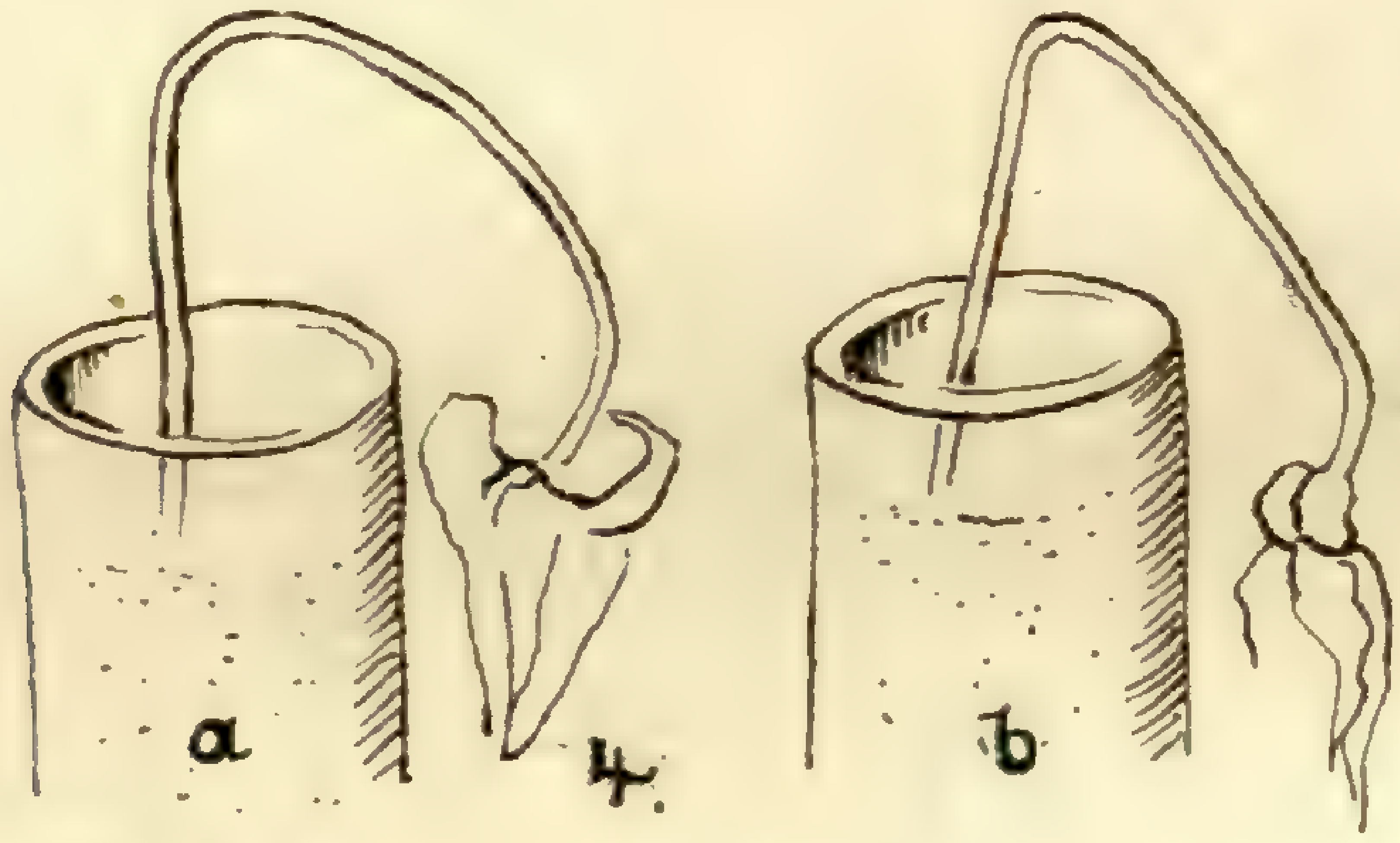


Abb. 4a u b: 1. und 2. Einkrümmung eines abgeschnittenen Blütenstiels in feuchtem Sphagnum, a: im Licht, b: im Dunkeln.

Da nun eine epinastische Reaktion von der Angriffsrichtung des Reizes unabhängig ist, so müssen bei vorwaltender Epinastie Überkrümmungen und Schleifenbildungen zustande kommen, vorausgesetzt, daß die wachsende Zone lang genug ist. Das ist bei *Tropaeolum* der Fall: wir finden Schleifen, besonders bei Reaktionen im Licht, sowohl auf dem intermittierenden Klinostaten als auch bei anderen Versuchsanordnungen und an Pflanzen im Freien (Vgl. Abb. 1—3.) Es fragt sich nun, ob die Epinastie zur Erklärung dieser Erscheinungen bei *Tropaeolum* ausreicht. Ich habe in meiner ersten Mitteilung diese Annahme nicht gemacht, weil bei *Tropaeolum* tropistische Reaktionen in jeder Lage des Stieles zur Angriffsrichtung des betreffenden Reizes sichtbar werden können und also stets fähig sein müssen, die nastischen Reaktionen zu überwinden. Demgemäß muß für die Überkrümmungen eine Erklärung gesucht werden, die sich auf die

---

1) Es mag vorläufig offen bleiben wie die Epinastie bei diesem Objekt zu erklären ist.

tropistischen Reaktionen stützt, und so wurde von mir das Zustandekommen der Überkrümmungen mit dem Abwärtsschreiten des Wachstums von dem apicalen zum basalen Ende in Zusammenhang gebracht: nur so, wenn die wachsende Zone durch die Krümmung jeweils nicht aus der Reizlage gebracht wird, die gekrümmte Zone selbst aber nicht mehr wachstumsfähig ist, erscheint es denkbar, daß eine Überkrümmung tropistisch zustande kommt und nicht durch eine Gegenreaktion beseitigt wird[1]).

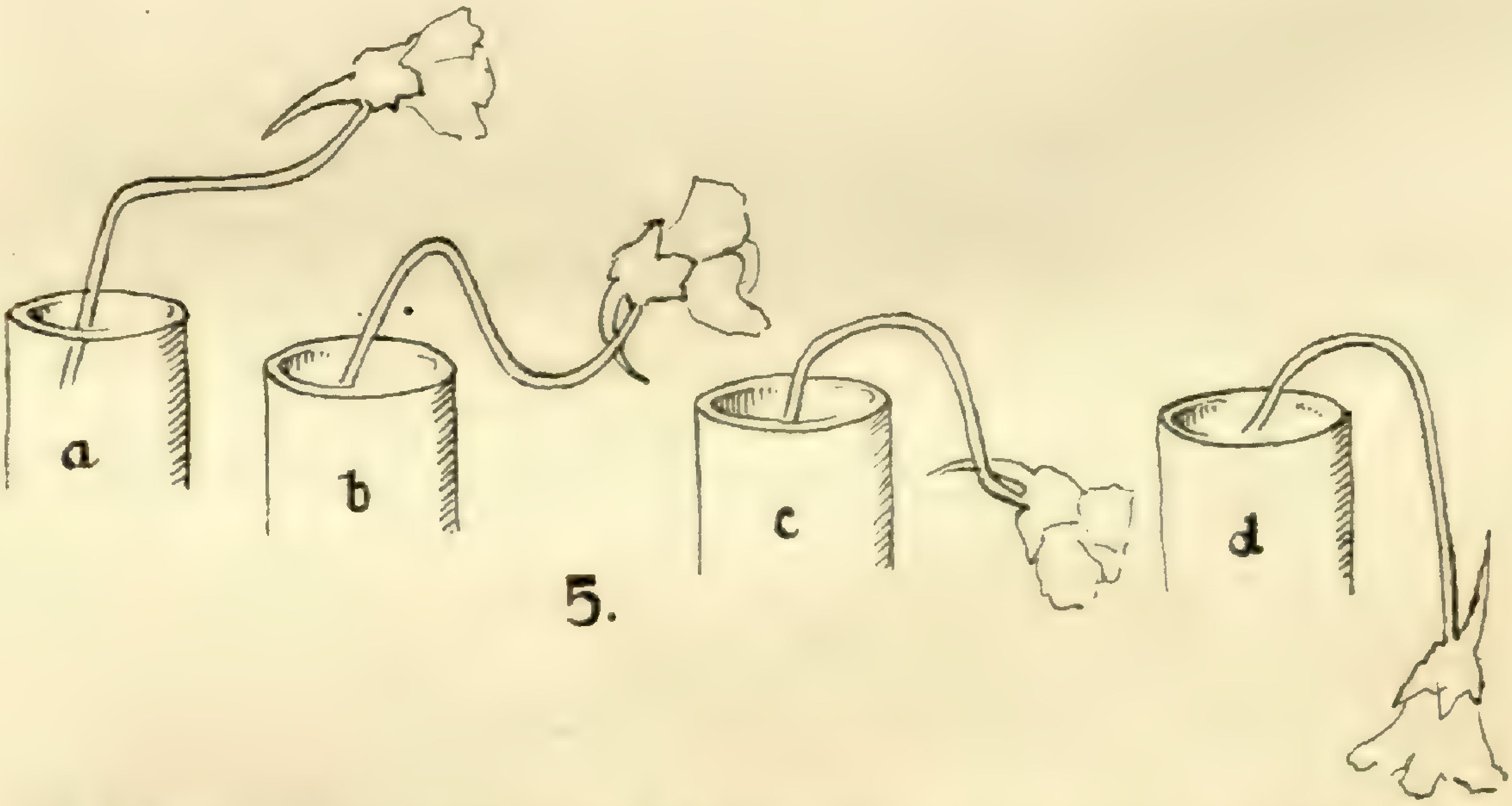


Abb. 5a—d: Aufeinanderfolgende Stadien der Umstimmung und Krümmung während des präfloralen Wachstums.

Für diese Auffassung findet sich in meinen Versuchen des Sommers 1920 ein direkter Beweis. Es ist möglich, experimentell die Umstimmung und damit die negativ photo- und geotropischen Reaktionen des Blütenstieles in seine praeflorale Periode zu verlegen, in der noch ein normales acropetales Wachstum stattfindet (wenn man das postflorale Wachstum des Stieles ein basipetales nennt). Schneidet man nämlich junge Knospen, die eben aufgeblüht sind, ab und hält sie in feuchtem Sphagnum frisch, so erfolgt die Umstimmung bereits lange vor der Empfängnisfähigkeit des Griffels. Da nun der Stiel in diesem Zustande sofort auf einen im ungestimmten Zustand perzipierten Reiz zu reagieren ver-

---

1) **In meiner 1. Mitteilung (diese Berichte, 1920, S. 83, Z. 15 und 16 v. oben) ist in den diesbezüglichen Auseinandersetzungen ein Versehen stehen geblieben: es muß dort „Coleoptilen“ statt „Wurzeln“ heißen.**

mag, so wird der Verlauf der Umstimmungsreaktion morphologisch sichtbar. Im Dunkelzimmer, wo durch den Lichtmangel ein Etiolement des normalen Stieles herbeigeführt, das Wachstum also beschleunigt wird, zeigt sich die Reaktion besonders deutlich.

Es wurden 50 junge Blüten in feuchtem Sphagnum ins Dunkelzimmer gebracht. Von diesen waren 30 eben aufgeblüht und noch keine Anthere verstäubt; 20 waren etwas älter, die erste Anthere bereits verstäubt. Sämtliche Blüten wurden kastriert, um eine Selbstbefruchtung zu verhindern. Nach etwa 3 Tagen begann bei den inzwischen beträchtlich verlängerten Stielen die Reaktion in der Mitte des Blütenstieles, indem der mittlere Teil sich geotropisch abwärts krümmte, während gleichzeitig der darüber liegende obere Teil sich mit der Blüte aufwärts krümmte. (Vgl. Abb. 5.) Im Lauf der nächsten Tage glich sich der ventralkonvexe Bogen mehr und mehr aus, so daß die abwärts geneigte mittlere Zone stets auf Kosten der aufwärts gerichteten zunahm, bis schließlich der obere Teil des Stieles vollständig nach unten gelangt war. Erst jetzt war der Zustand der Empfängnisfähigkeit des Griffels erreicht. Von den 30 jüngeren Blüten führten 25 diese Reaktion aus, von den 20 älteren nur 10. Eine Ueberkrümmung fand im Dunkeln nur bei einem Exemplar statt, das diese dann durch eine Gegenreaktion ausglich. (Vgl. Abb. 6.)

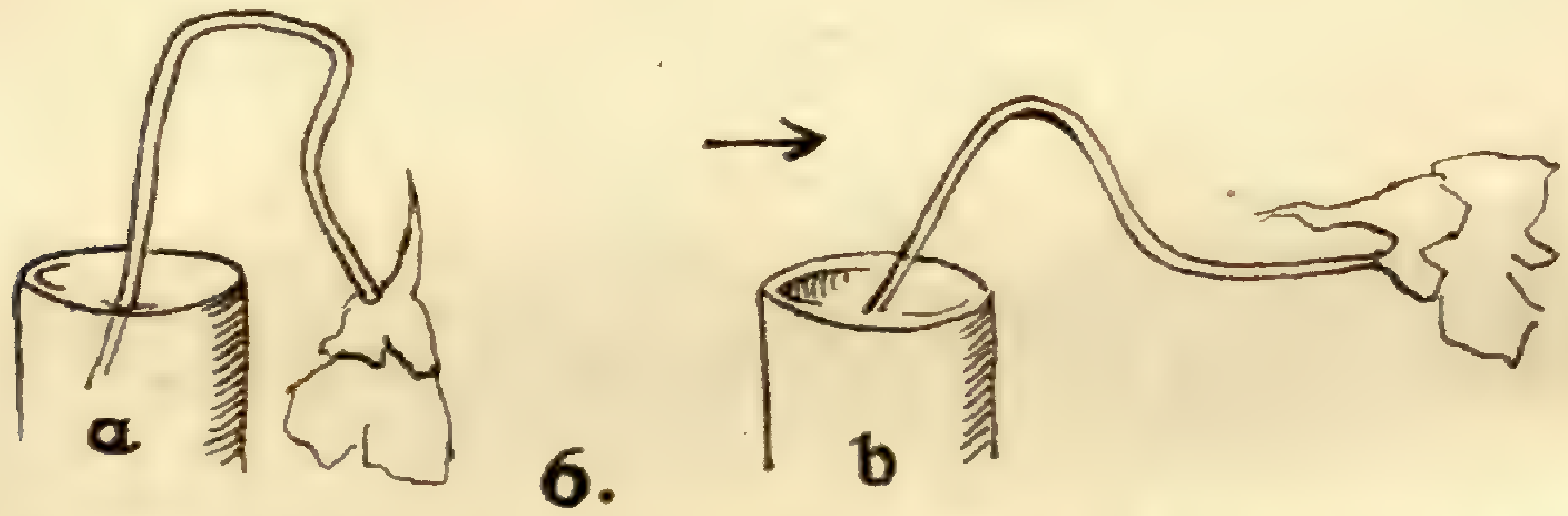


Abb 6: Überkrümmung und Gegenreaktion während des präfloralen Wachstums. a: im Dunkeln, b: im Licht (→ gibt die Lichtrichtung an).

Im Licht erfolgte eine entsprechende Reaktion mit dem Unterschied, daß hier eine Kombination von Geo- und Phototropismus auftrat. Dabei zeigte sich die Neigung zu Überkrümmungen viel stärker als im Dunkeln, jede solche ward indessen durch eine Gegenreaktion ausgeglichen. Es wurden im Licht 30 junge Knospen behandelt.

Setzt man die Stiele bei Beginn der Reaktion auf den intermittierenden Klinostaten, so gleicht sich im Laufe von 48 Stunden der beginnende Knick aus, und es erfolgt eine gleichmäßige dorsalkonvexe Krümmung. Werden die Stiele umgelegt, so erfolgt die Reaktion entsprechend der jeweiligen Stimmung der betreffenden Zone, und zwar entweder verstärkt oder abgeschwächt durch Epinastie.

Diese Resultate liefern den Beweis, daß Überkrümmungen und Schleifenbildungen bei *Tropaeolum* als nastische Reaktionen nur dann angesehen werden können, wenn die tropistischen Reaktionen ausgeschaltet sind (auf dem intermittierenden Klinostaten), bei Vorwiegen des Tropismus hingegen eine Überkrümmung erst durch das eigentümliche basipetale Wachstum des Stiels zustande kommt. Wird die Umstimmung in die Periode acropetalen Wachstums verlegt, so unterbleiben die Schleifen oder werden durch Gegenreaktion ausgeglichen. Es wird ferner durch diese Versuchsergebnisse deutlich, daß die Umstimmung mit der Befruchtung in keinem direkten Zusammenhang steht, denn die sonst postflorale Reaktion ist bei den zuletzt angeführten Versuchen vollendet, ehe überhaupt eine Befruchtung stattfinden kann.

Weitere Mitteilungen bleiben einer späteren Arbeit vorbehalten.

München-Nymphenburg, Botanisches Institut,
im Oktober 1920.

4. B. Kubart: Ist Taxodium distichum oder Sequoia sempervirens Charakterbaum der deutschen Braunkohle?

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 21. Oktober 1920.)

Seit längerer Zeit findet sich so ziemlich allgemein in der einschlägigen Literatur die Angabe, der Hauptbraunkohlenbildner Mitteleuropas sei die miocene Form von *Taxodium distichum* gewesen. In der neueren deutschen palaeobotanischen Literatur (GOTHAN, KRÄUSEL, LINGELSHEIM, PRILL) wird jedoch immer entschiedener die Meinung vertreten, daß nicht *Taxodium distichum* sondern *Sequoia sempervirens* in ihrer tertiären Form die Hauptrolle bei der Braunkohlenbildung, zumindest deutscher Reviere, zufällt. So hat GOTHAN entsprechend seiner Auffassung unter rheinischen Braunkohlenhölzern kein *Taxodium distichum* nachweisen können, auch im Senftenberger Reviere finden sich keineswegs ausschließlich *Taxodium*reste und die zusammenfassende Veröffentlichung von KRÄUSEL über die schlesische Tertiärflora fügt sich diesem Bilde vollends gleichartig ein.

Diese Ergebnisse sind im wesentlichen auf Untersuchungen von Holzresten aufgebaut, doch stimmen nach KRÄUSEL-WEBER auch die Bestimmungen der Blattreste hiermit überein[1]). Das Holz dieser zwei, verschiedenen Gattungen angehörenden Arten — *Taxodium distichum* und *Sequoia sempervirens* — ist nach KRÄUSEL-GOTHAN vollends gleich gebaut, nur in einem Merkmale sind beide Arten zu unterscheiden, und das ist die Ausgestaltung der Holzparenchymquerwände. *Taxod. dist.* hat stark verdickte, getüpfelte, *Sequoia semperv.* unverdickte Querwände, Merkmale, die auch an den tertiären Hölzern ohne weiteres, wenn die Holzreste nur einigermaßen gut erhalten sind und sonst in ihren Merkmalen

---

1) Die Arbeit von WEBER wurde bereits 1852 veröffentlicht. Eine sichere Unterscheidung und Bestimmung der Blattreste von *Taxodium distichum* und *Sequoia sempervirens* ist meist eine sehr heikle Aufgabe. KRÄUSEL-(Reichenbach) weisen 1919, S. 101, auf die Unterschiede in der Beblätterung von *Taxodium distichum* und *Sequoia sempervirens* hin, wobei sie ganz besonders die Stellung der Blätter bei *Taxodium* hervorheben. Und gerade dieses Merkmal scheint mir in WEBERs Fig. 9, Taf. 18, nicht für *Sequoia Langsdorfii sempervirens* zu sprechen.

die Zuweisung zu diesen zwei Arten verlangen, festzustellen sind (Abb. 1). Auffallenderweise kommt die zweite noch jetzt lebende *Sequoia*-Art, *Sequoia gigantea*, nicht in Betracht, da sie einen etwas anders gearteten Bau zeigt, was hier für den Nichteingeweihten nur nebenbei bemerkt sei.

Diese neueren Feststellungen über das zahlenmäßige Vorkommen von *Taxodium distichum* und *Sequoia sempervirens* in den tertiären Ablagerungen sind keineswegs von ganz nebensächlicher Bedeutung, denn sie verschieben das „übliche“ Bild der „Braunkohlenwälder“ ganz bedeutend. Gerade aus diesem Grunde erscheint es mir daher sechr wichtig, dieses Ergebnis so sicher als möglich zu gestalten, um selbst leise Möglichkeiten, auch dieses Ergebnis anzuzweifeln, so gut wie vollends auszuschließen. GOTHAN und KRÄUSEL halten wohl das angewandte Unterscheidungsmerkmal — die Verdickung und Tüpfelung oder glatte Ausbildung der Holzparenchymquerwände — für vollauf stichhaltig, wenn auch KRÄUSEL 1919, S. 310, bemerkt, „nun mag ja jüngeres Holz die typischen Holzparenchymquerwände nicht immer zeigen“. Auch STOPES — deren Arbeiten mir leider nicht zugänglich sind — scheint nach einer Bemerkung KRÄUSELs gegen die Unfehlbarkeit

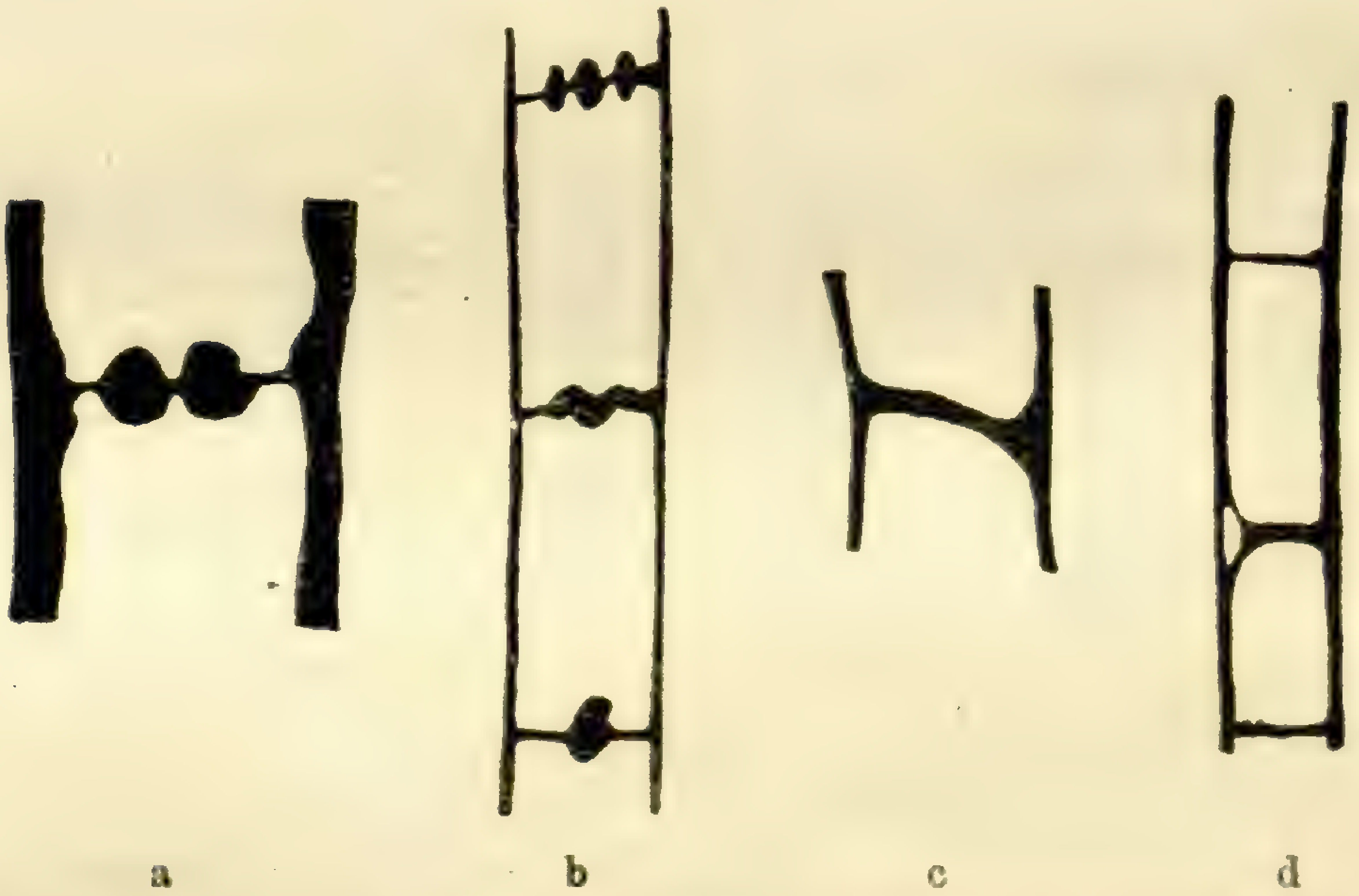


Abb. 1. Querwände von Holzparenchymzellen im Tangentialschnitt. a) *Taxodium distichum*, b) *Taxodioxylon taxodii*. c) *Sequoia sempervirens*, d) *Taxodioxylon sequoianum*; a) und c) von jungem Stammholz, Vergr. 450fach; b) nach KRÄUSEL. 150fach; d) nach GOTHAN.

des Holzparenchymquerwand-Merkmales Bedenken zu haben. Desgleichen findet sich in Band IV von SEWARD, fossil plants S. 200, die Bemerkung, daß dieses Merkmel „not a safe test“ ist. Unklar ist mir allerdings der Satz SEWARDs im selben Bande, S. 149, über LINGELSHEIM (LINGELSHEIM says that this distinction is not valid), da gerade LINGELSHEIM auf dieses Merkmal neuerdings aufmerksam gemacht hat, nachdem es schon früher von Autoren erwähnt worden ist1). Aber auch LINGELSHEIM fordert in seiner Arbeit noch „umfangreichere Untersuchungen, die erst erhärten müssen, ob diesem Merkmale hoher systematischer Wert zukommt“.

Bei der Wichtigkeit der Sache möchte ich daher auf eine Tatsache aufmerksam machen, die allem Anscheine nach bei der Lösung dieser Frage bisher übersehen worden ist. In der einschlägigen Literatur wird stets nur von *Taxodium distichum* gesprochen, während die zweite rezente *Taxodium*-Art, *Taxodium mexicanum* Carr. nie erwähnt wird. PRILL-KRÄUSEL bemerken wohl 1913, S. 38 und auch 1919, S. 281, daß der Bau der Markstrahltüpfel von *Tax. mex.* nicht bekannt sei, ohne sich aber weiter mit dieser Art zu beschäftigen. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß *Taxod. mexic.* allem Anscheine nach nicht allgemein anerkannt wird, aber gute Koniferenkenner, wie z. B. BEISSNER, führen sie an und es ist klar, daß bei der Entscheidung unserer Frage auch das Holz dieser Art unbedingt mitberücksichtigt werden muß. Herrn Prof. CAVARA in Neapel verdanke ich Holzproben von *Taxodium mexicanum*; sie stammen von jenem Exemplare, das BEISSNER in seinem Handbuche als *Tax. mexic.* anerkennt. Die Untersuchung dieser Holzproben — das stärkste mir zur Verfügung stehende Stück hatte 4 cm Durchmesser und alle Proben sind natürlich Astholz — ergab, daß das Holz zwar wie jenes von *Taxod. dist.* gebaut ist, aber gerade die für *Taxod. dist.* charakteristische Holzparenchymquerwand-Tüpfelung findet sich nur selten, aber auch da nicht in der typischen Weise (Abb. 2a) und häufig sind

---

1) Dieser Satz SEWARDs dürfte übrigens darin seine Erklärung finden, daß sich LINGELSHEIM, l. c., S. 33, gegen folgende Angabe GOTHANS 1905, S. 49, wendet: „*Taxodium* unterscheide sich von *Sequoia sempervirens* durch die auffallend starke Verdickung der Holzparenchymwände“ und dabei selbst die „einfache Tüpfelung“ der Querwände als Unterscheidungsmerkmal angibt. In Wirklichkeit hat aber GOTHAN 1905 gewiß beide Merkmale zusammen gemeint, wenn auch nicht präzis ausgedrückt, wie er auch 1908 im Referat über LINGELSHEIMs Arbeit (Bot. Zentralblatt, Bd. 111, S. 250) erwähnt und wie überdies aus GOTHANs Arbeit vom Jahre 1906 über die fossilen Koniferenhölzer von Senftenberg durch Text und Abbildungen erhellt.

diese Querwände glatt (Abb. 2b) oder fast glatt (Abb. 2c). Sonst stimmt es allerdings mit *Taxod. dist.* und natürlich auch mit *Sequ. semp.* vollends überein. Ganz folgerichtig kann man mir nun einwenden, daß die von mir benutzte Holzprobe von jungem Holze stammt, und diesbezüglich hat schon KRÄUSEL bemerkt, wie hier schon einmal zitiert wurde, daß „jüngeres Holz die typischen Holzparenchym-Querwände nicht immer zeige“. Aber auch in der Literatur fand ich einen diesbezüglichen Hinweis u. z. schon bei SCHROETER, 1880, S. 30, der sogar bei Besprechung des Unterschiedes im Holzbau zwischen den beiden *Taxodium*-Arten und *Sequoia sempervirens* ausdrücklich bemerkt, daß „*Taxodium distichum* sich außerdem noch durch die stark poröse Verdickung der Harzzellwände“ unterscheide. Ob SCHROETER älteres Holzmaterial zur Verfügung stand als mir, kann ich natürlich nicht erweisen; auf jeden Fall scheint mir aber diese Feststellung darzutun, daß die Frage der Zuweisung tertiärer Koniferenhölzer zu *Taxodioxylon taxodii* = *Taxodium distichum* und *Taxodioxylon sequoianum* = *Sequoia sempervirens* auf Grund des Baues der Holzparenchymquerwände unbedingt noch einer Überprüfung zugeführt werden muß. Sicher wird sich auch ein oder der andere Botaniker finden, der leicht älteres sicher bestimmtes Holzmaterial von *Taxodium mexicanum* zur Überprüfung verwenden kann, ohne welches eine restlose Klärung dieser nicht unwichtigen Frage allerdings ausgeschlossen erscheint. Wie die Tatsachen aber heute liegen, dürfen wir absolut nicht als vollends gesichert sagen: tertiäre Koniferenhölzer des bewußten Baues ohne verdickte Holzparenchymquerwände entsprechen *Taxodioxylon sequoianum* (tertiäre Form von

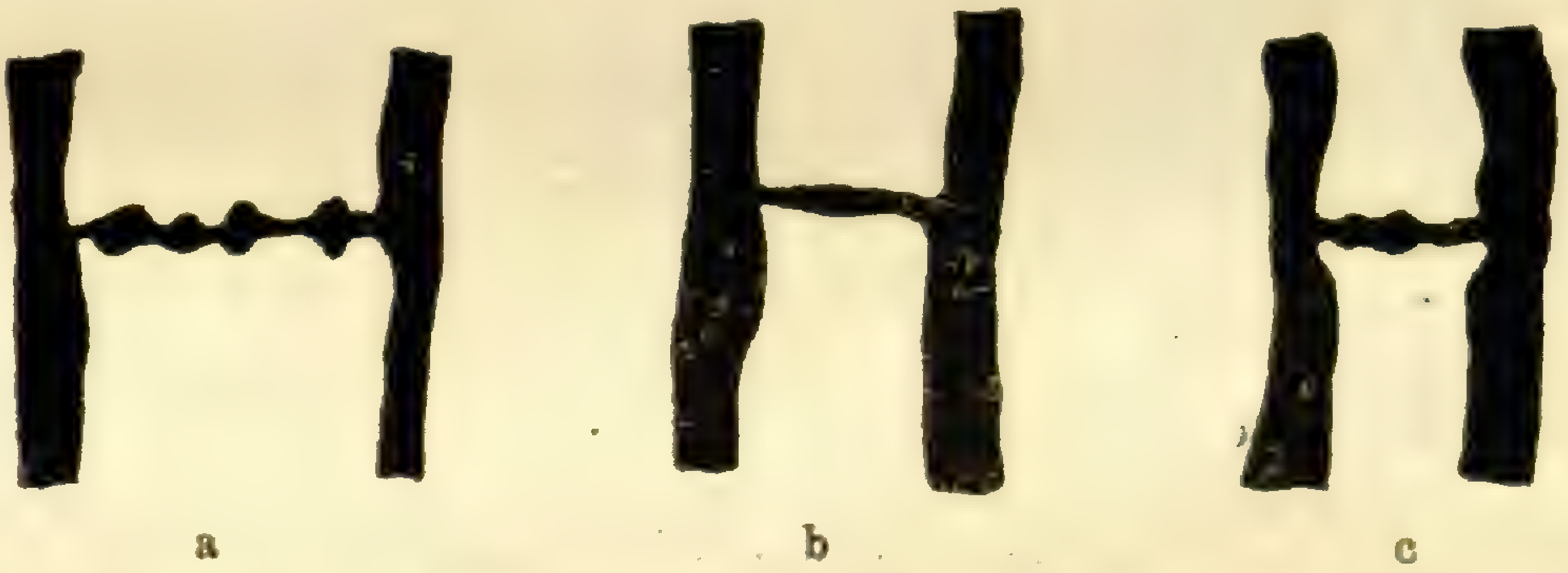


Abb. 2. Querwände des Holzparenchyms bei *Taxodium mexicanum*, Tangentialschnitt. Astholz, Verg. 450fach.

Sequoia sempervirens) und jene der gleichen Bauart aber mit verdickten und getüpfelten Holzparenchymquerwänden *Taxodioxylon axodii* (*Taxodium distichum* des Tertiärs), da auch *Taxodium mexicanum* scheinbar einen *Sequoia sempervirens* mehr oder minder gleichen Holzbau besitzt.

Literaturnachweis.

GOTHAN, W., 1905, Anatomie lebender und fossiler Gymnospermenhölzer, Abh. preuß. geol. Landesanstalt, N. F. 44.

— — 1906, Fossile Coniferenhölzer von Senftenberg, Abh. preuß. geol. Landesanstalt, N. F. 46.

— — 1909, Braunkohlenhölzer des rhein. Tertiärs, Jahrb. der preuß. geol. Landesanstalt, Bd. 30.

KRÄUSEL, R., 1913, Zur Kenntnis der Hölzer aus der schles. Braunkohle, Breslau, Dissertation.

— — 1919, Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs, Jahrbuch der preuß. geol. Landesanstalt, Bd. 38.

— — 1920, Nachträge, II. Braunkohlenhölzer, ebenda, Bd. 89.

LINGELSHEIM, A., 1908, Braunkohlenhölzer von Saarau, Jahresber. Schles. Gesellsch.

POTONIÉ, H., 1899, Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie.

PRILL, W., 1913, Zur Kenntnis schles. Braunkohlenhölzer, Breslau, Dissertation.

SCHROETER, C., 1880, Über fossile Hölzer aus der arktischen Zone, Heer, Fl. foss. arct. VI.

SEWARD, A. C., 1919, Fossil plants, Bd. IV.

WEBER, C. O., 1852, Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation.

5. Rud. Seeliger: Ein Spiegelauxanometer für Keimwurzeln.

(I. Mitteilung.)

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 28. Oktober 1920.)

1. Einleitung. Es muß auffallen, daß bei Behandlung der Methodik der Wachstumsmessung in Vorlesungen und bei der Vorführung von Versuchen niemals Instrumente Erwähnung finden, welche auf einer Anwendung des Prinzips der Messung kleinster Drehungen mit Fernrohr, Spiegel und Skale (POGGENDORFs Prinzip, 1827) beruhen. Dieses Prinzip bietet bekanntlich neben der Einfachheit der Hilfsmittel eine unbegrenzte Empfindlichkeit und bildet daher die bedeutendste Grundlage neuzeitlicher physikalischer Messungen[1]). Eine einfache Überlegung zeigt, daß es bei Anwendung dieser Methode auf wachsende Organe leicht gelingen muß, die Zuwachsbewegung so stark zu vergrößern, daß sie an der Veränderung des Skalenbildes im Gesichtsfelde des Ablesefernrohrs direkt wahrgenommen und gleichzeitig messend verfolgt werden kann. Bei dem Bestreben, das genannte Prinzip für dieses Gebiet der pflanzenphysiologischen Methodik nutzbar zu machen, schwebte mir von vornherein die Anwendung auf die junge Keimwurzel vor, da bei Untersuchungen über die Beeinflussung des Wachstums durch äußere Bedingungen die Anwendung des Wassers als Medium für das wachsende Organ methodische Vorteile bietet.

Nachforschung in der Literatur ergab aber, daß bereits REINKE[2]) mit einem Apparat gearbeitet hat, der auf Anwendung des erwähnten Prinzips beruht. Seine Methode ist völlig unbeachtet geblieben. PFEFFER[3]) erwähnt sie nicht, obwohl er die Arbeit REINKEs anführt. In neueren Zusammenfassungen von VOUK[4]) und GRAFE[5]) wird die Arbeit schon nicht mehr zitiert.

---

1) KOHLRAUSCH, F., Lehrb. d. prakt. Physik, 11. A., 1910, p. 108.

2) REINKE, J., Bot. Ztg. 1876, Bd. 34, p. 65.

3) PFEFFER, W., Handb. d. Pflanzenphysiologie, 2. A., II, 1904, p. 23.

4) VOUK, V., Methodisches zur Physiologie des Pflanzenwachstums in ABDERHALDEN, E., Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden, Bd. 8, 1915, p. 222.

5) GRAFE, V., Ernährungsphysiolog. Praktikum höherer Pflanzen, 1914, p. 399.

REINKE hat also das Verdienst, das POGGENDORFsche Prinzip in seiner Bedeutung für Wachstumsmessungen erkannt und zum ersten Male praktisch verwendet zu haben. In der Folgezeit sind zahlreiche Auxanometer beschrieben worden1), von denen aber nur zwei auf Anwendung des gewichtslosen Lichthebels beruhen. PFEFFERs2) Projektionsapparat arbeitet ohne Spiegel; er scheint bisher nur für Demonstrationszwecke verwendet worden zu sein.

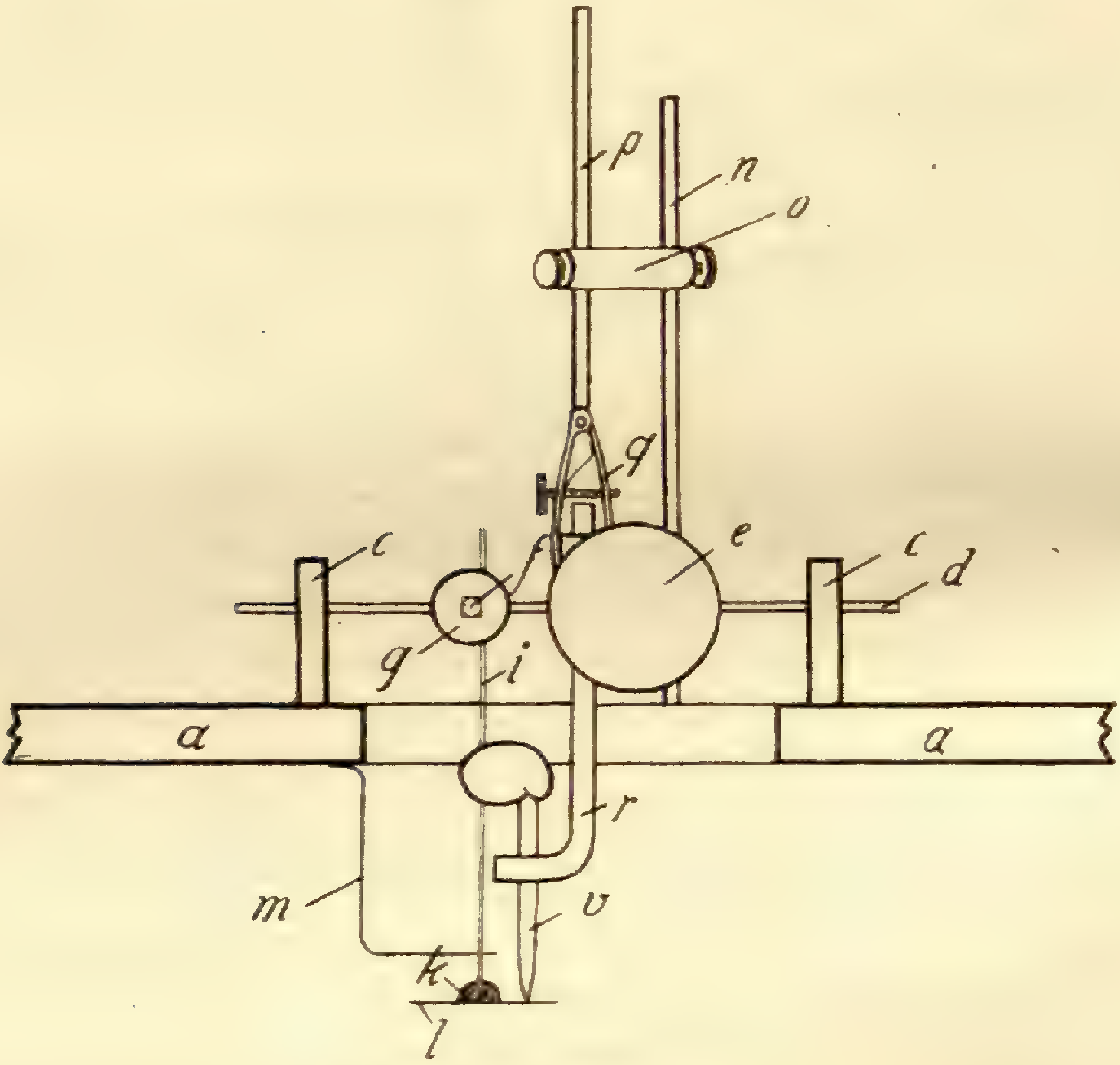


Abb. 1. Spiegelauxanometer, von vorn. $^4/_5$ nat. Gr.

BOSEs3) Wachstumsmesser mit Ausgleichungsvorrichtung (balanced crescograph) dient nicht eigentlich der Messung der Geschwindigkeit, sondern der Beschleunigung bzw. Verzögerung des Wachs-

---

1) Die angegebenen Apparate suchen — abgesehen von dem Horizontalmikroskop — eine selbsttätige Registrierung der Wachstumsbewegung bei schwacher Vergrößerung zu erreichen. Dort, wo Messung in kurzen und kürzesten Zeitabständen ermöglicht und gleichzeitig eine selbsttätige Aufzeichnung erreicht werden soll, wird die Konstruktion leicht sehr kompliziert und kostspielig (BOVIES Präzisions-Elektroauxanometer).

2) PFEFFER, W., Jahrb. wiss. Bot. 35, 1900.

3) BOSE, J. Ch., Plant response as a means of physiological investigation London, New York and Bombay 1906.

tums. Die Methode ist sehr umständlich; außerdem wird sich die angestrebte künstliche Ausgleichung der durch das normale Wachstum bedingten Bewegung der Hebelvorrichtung in wissenschaftlich befriedigender Weise nie erreichen lassen. Dagegen mag die Methode bei qualitativen Untersuchungen, bei denen auf die Kenntnis von Einzelheiten verzichtet werden kann, gute Dienste leisten.

Der im folgenden beschriebene Apparat ist verhältnismäßig einfach und kann nach Anbringung einiger Verbesserungen für wissenschaftliche Untersuchungen wie für Demonstrationen in Schule und Hörsaal empfohlen werden. Er wurde im Herbst 1913 von zwei Feinmechanikern in Berlin nach meinen Angaben angefertigt. Der Keimlingshalter ist in der angegebenen Form später entstanden. Für leihweise Überlassung bzw. Genehmigung zur Anschaffung einiger Hilfsapparate bin ich den Herren Geheimrat HABER und Geheimrat BEHRENS zu besonderem Dank verpflichtet.

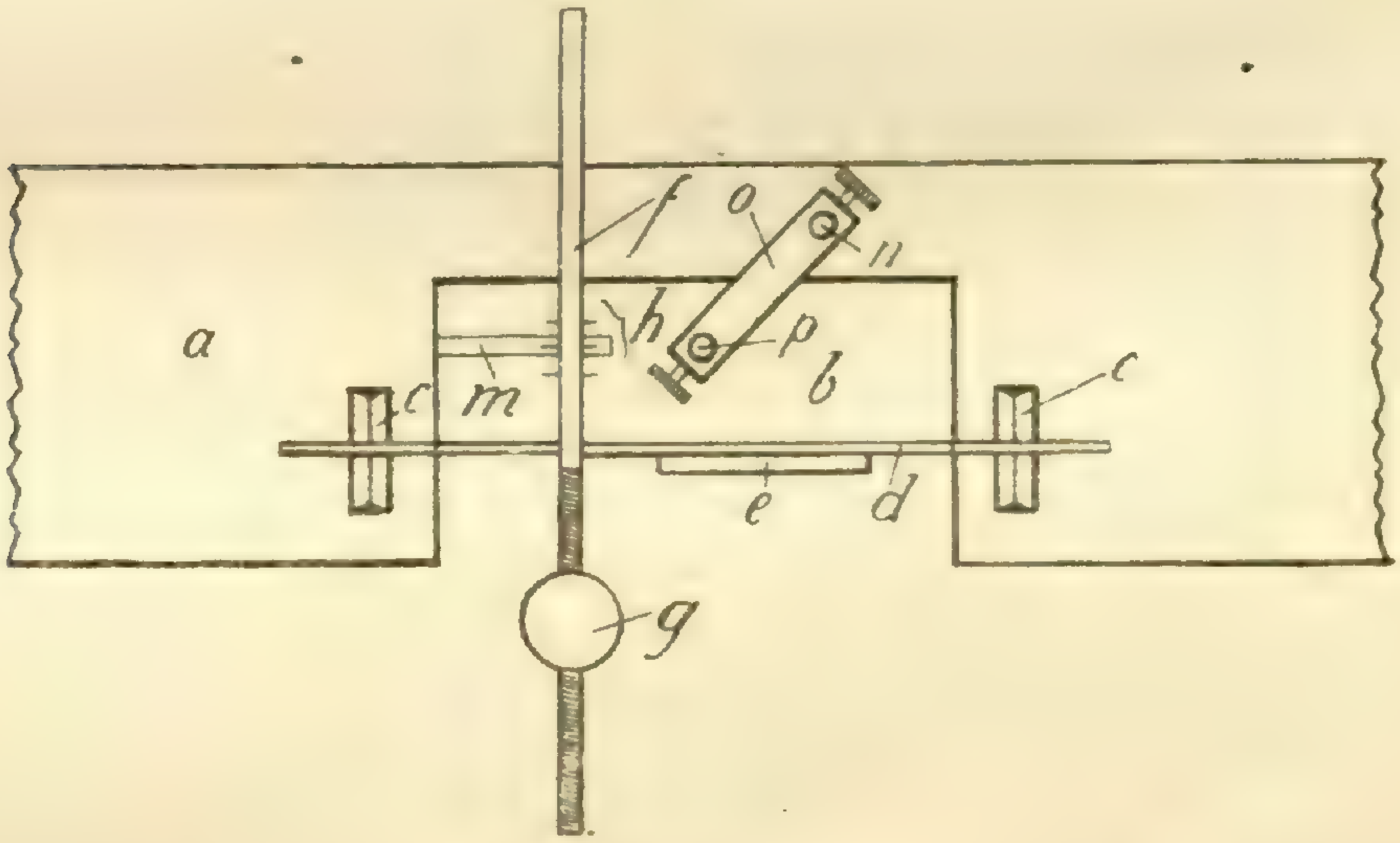


Abb. 2. Spiegelauxanometer, von oben. $^4/_5$ nat. Gr.

2. Der Spiegelauxanometer (vgl. Abb. 1—4).

a) Fuß mit Achsenträger.

Auf einem aus starkem Eisenblech gefertigten Fuß (a) befindet sich zu beiden Seiten einer rechtwinkeligen Aussparung (b) je ein aus demselben Metall hergestellter Träger (c). Auf den Schneiden dieser Träger ruht die Achse (d) mit Spiegel (e) und Hebelstange (f).

b) Achse mit Spiegel und Hebelstange.

Mit der runden, aus Eisendraht gefertigten Achse (d) fest verbunden ist ein kleiner runder Glasspiegel (e) und eine Hebelstange (f) aus Messing. Der vordere Teil der Hebelstange ist mit einem Schraubengewinde versehen, auf welchem eine zentral durchbohrte Messingkugel (g) vor- und zurückgeschraubt werden kann. Diese Kugel dient dazu, dem vorderen Arm der Hebelstange bei fertig zusammengesetzter Einrichtung ein beliebiges Übergewicht zu geben und dadurch das Widerlager für die Wurzelspitze gelinde gegen diese zu drücken. Der hintere Teil der Hebelstange ist im Querschnitt quadratisch und trägt in der Entfernung von 6, 8 und 10 mm von der Achse je einen Stift (h), an den die Zugstange (i) gehängt wird. Den Abstand des Stiftes, an dem die Zugstange hängt, von der Achse nenne ich Kraftarm (vgl. Abb. 5, a).

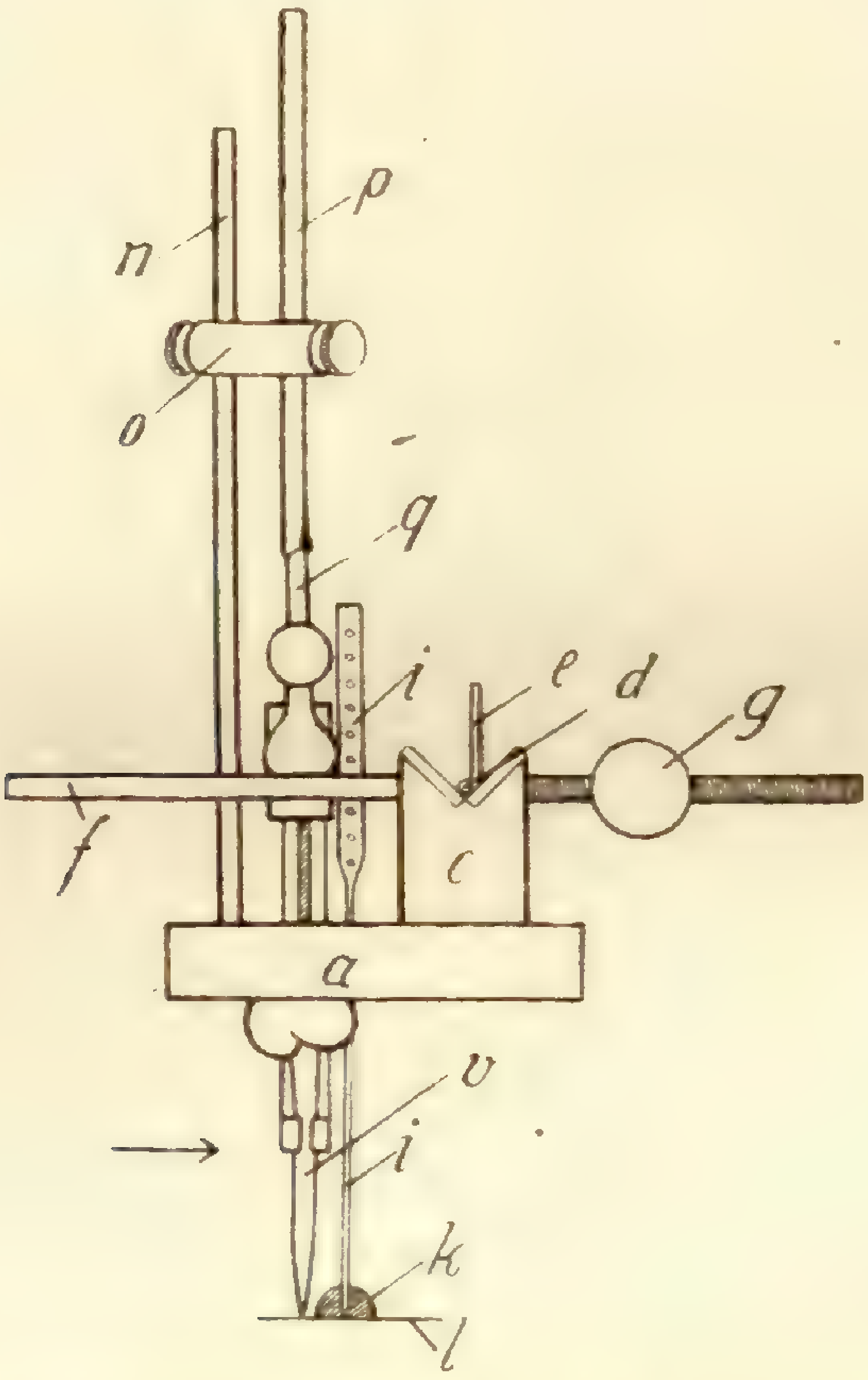


Abb. 8. Spiegelauxanometer, von der Seite. $^4/_5$ **nat. Gr.**

c) Zugstange und Widerlager für die Wurzelspitze.

Die Zugstange (i) besteht aus einem Stück Platindraht, das am oberen Ende flachgetrieben ist, und hier im Abstande von je

2 mm kleine Öffnungen besitzt; mit diesen kann sie auf die Stifte der Hebelstange aufgeschoben werden. Das untere Ende des Platindrahtes ist in ein halbkugelförmiges Stückchen Glas (k) eingeschmolzen, deren untere, eben geschliffene Fläche mit einer Spur Canadabalsam auf einem gewöhnlichen mikroskopischen Deckgläschen (l) festgekittet ist. Der ebenfalls aus Platindraht gefertigte Bügel (m) dient zur vertikalen Führung der Zugstange.

d) Stativ und Keimlingshalter.

In den Fuß ist ein Stück Eisendraht (n) fest eingefügt. Durch eine Klemmschraube (o) ist mit diesem ein zweites Stück Draht (p) in senkrechter Richtung verschiebbar verbunden, das am unteren Ende eine Messingklammer (q) mit Schraube und Feder trägt. Diese Klammer dient zur Aufnahme des Keimlingshalters. Dieser besteht aus 2 knieförmig gebogenen Glasstäben (r), die an den Flanken (vgl. Abb. 4) ebengeschliffen sind. An den inneren Flanken der kurzen Arme ist je eine senkrechte Führungsrinne für das Hypokotyl des Keimlings (v) eingefeilt. Zwischen die beiden Glasstäbe können Pappstückchen verschiedener Dicke (s) eingeführt werden, sodaß, je nach dem Durchmesser des Hypokotyls, der bei dem Einklemmen auf das Gewebe ausgeübte Druck nicht das unbedingt nötige Maß überschreitet. Ein nahezu würfelförmiges, in der Mitte mit einer senkrechten Durchbohrung versehenes Korkstücke (t) hält Glasstäbe und Pappstückchen fest zuzammen und ist durch die Klemme (q) mit dem Stativ verbunden.

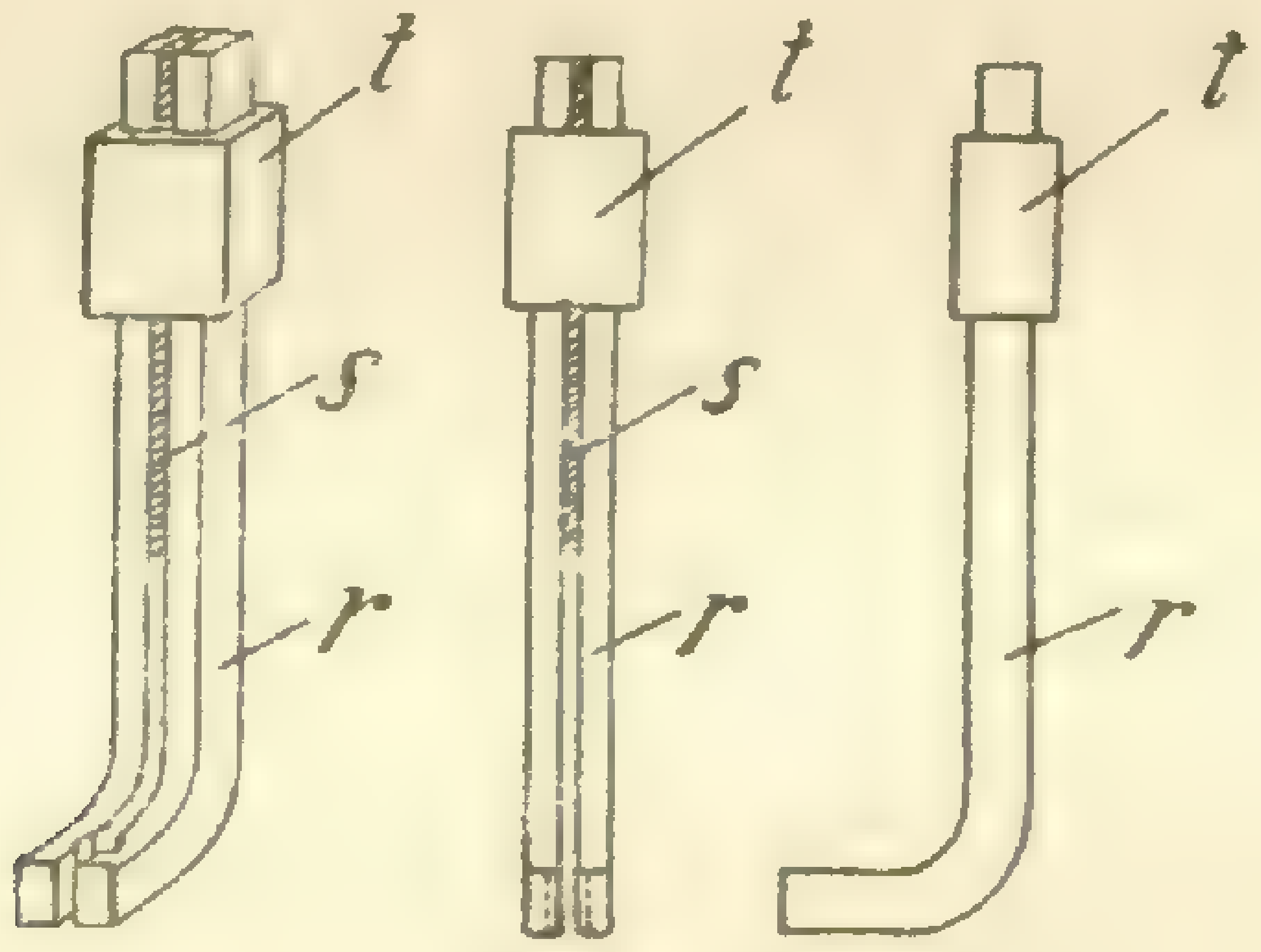


Abb. 4. Keimlingshalter. $^5/_6$ nat. Gr.

Über Versuchsanordnung, Berechnung der Zuwachsgröße, Buchung von Messungen und graphische Darstellung der Versuchsergebnisse vgl. Mitt. II.

6. Rud. Seeliger: Ein Spiegelauxanometer für Keimwurzeln.

(II. Mitteilung.)

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 28. Oktober 1920.)

1. Versuchsanordnung. Als am besten geeignet erwiesen sich junge Keimlinge von *Lupinus angustifolius* L. Ein Keimling, dessen Wurzel etwa 10—15 mm lang ist, wird zwischen die kurzen, wagerechten Arme (r) des Keimlingshalters so eingeklemmt, daß die untere Grenze des Hypokotyls in Höhe des unteren Randes der kurzen Arme der Glasstäbe liegt (vgl. I. Mitt., Abb. 3, Pfeil). Die Höhenlage des Keimlingshalters wird so reguliert, daß einerseits die Wurzelspitze gegen das Deckgläschen (l) stößt, andererseits der Spiegel (e) nahezu senkrecht gerichtet ist. Die ganze Einrichtung ruht mit dem Fuß (a) auf dem Rande eines Glasgefäßes, das die Versuchsflüssigkeit (reines Wasser, Nährlösung usw.) enthält. Der Flüssigkeitsspiegel schneidet den Keimling in Höhe der Wurzelbasis (vgl. I. Mitt., Abb. 3, Pfeil).

Betrachtet man mit Hilfe eines Ablesefernrohrs (u, Abb. 1) in dem Spiegel das Bild der Skale E, so bewegt sich das Spiegelbild der Skale im Gesichtsfelde des Fernrohrs an dem Fadenkreuz vorbei. Bei normalem Wachstum (18 ° C., A = 2000 mm, a = 8 mm) bewegt sich das Bild der Skale mit einer Geschwindigkeit von etwa 3 mm in der Minute, d. h. mit der doppelten Geschwindigkeit der Spitze des Minutenzeigers einer Taschenuhr. Diese Vergrößerung wird in vielen Fällen ausreichen. Über Aufstellung von Fernrohr und Skale usw. vgl. KOHLRAUSCH, F., Lehrb. der prakt. Physik, 11. A., 1910, p. 103 ff.

Die Isolierung des Keimlings gegen Metall darf als eine vollständige bezeichnet werden. Sie ist unbedingt notwendig, da sonst bei Anwendung bestimmter Versuchsmedien das Auftreten elektrischer Ströme, die das Wachstum der Wurzel beeinflussen könnten, nicht zu vermeiden wäre. Alle Platinteile des ursprünglichen Modells sind durch Glas ersetzbar. Die Einstellung des Keimlingshalters in senkrechter Richtung durch die Klemme o ist unbequem und hätte zweckmäßiger durch Zahn und Trieb zu erfolgen.

Diese Art der Einstellung würde es auch ermöglichen, die Wurzel nach kurzer Beobachtungszeit ohne Erschütterung von neuem einzustellen und so größere Ablenkungswinkel und die bei diesen notwendig werdende Korrektur der Skalenausschläge zu vermeiden. Bei meinen bisherigen Untersuchungen war ich häufig genötigt, auch mit größeren Ablenkungswinkeln zu arbeiten, da ich die durch die Erschütterung auf die Wurzel ausgeübte Reizwirkung vermeiden wollte. Das Übergewicht des vorderen Teils der Hebelstange kann mit Hilfe der Kugel (g) so reguliert werden, daß das Deckgläschen nur schwach gegen die Wurzelspitze drückt; die methodischen Schwierigkeiten, die bei einer Kuppelung der Pflanze durch einen Faden[1]) entstehen, sind also vermieden. Die Ausdehnungskoeffizienten von Glas und Platin sind so klein, daß selbst bei Temperatursprüngen von 20° eine Korrektur unterlassen werden kann, wenn die erste Messung nicht unmittelbar nach dem Temperaturwechsel ausgeführt wird.

2. Berechnung der Zuwachsgröße z aus der Differenz der Skalenausschläge in absolutem Maß. Berücksichtigt man nur den oberen, positiven Teil der Skale (vgl. Abb. 1) und bezeichnet man die beiden zu einer Messung gehörigen abgelesenen Skalenausschläge mit E_1 und E_2, so gelten folgende Gleichungen:

a) Für kleine Ablenkungen (α) gilt (da α dem Skalenausschlage E proportional gesetzt werden kann, und $x = x_1$, bzw. $a = a_1$, vgl. Abb. 1):

$$z = (E_2 - E_1) \cdot \frac{a}{2A} \qquad 1.$$

Ist $E_1 = O$, so gilt: $z = E_2 \cdot \frac{a}{2A}$ 1a.

b) Für beliebig große Ablenkungen gilt:

$$z = [E_2\,(\text{korrigiert}) - E_1\,(\text{korrigiert})] \cdot \frac{a}{2A} \qquad 2.$$

Ist $E_1 = O$, so gilt: $z = E_2\,(\text{korrigiert}) \cdot \frac{a}{2A}$ 2a.

Die Berechnung der an dem abgelesenen Skalenausschlage (E) anzubringenden Korrektur kann in folgender Weise geschehen:

In dem aus Skalenabstand (A), Skalenausschlag (E) und Lichthebel (L) gebildeten rechtwinkeligen Dreieck ist:

$$\operatorname{tang} 2\alpha = \frac{E}{A}.$$

---

1) Reinke, J., l. c. p. 116 ff.

In dem durch die Verlängerung von A über den Spiegel hinaus, durch den herabgedrückten Kraftarm a und die Zuwachsgröße x (= z) gebildeten rechtwinkeligen Dreieck ist:

$$\sin \alpha = \frac{x}{a} = \frac{z}{a}.$$

Aus diesen beiden Gleichungen ist α und weiter z zu berechnen. Setzt man den gefundenen Wert von z in die Gleichung 1a ein, so erhält man für E einen (verbesserten) Wert, der etwas kleiner als der abgelesene Wert ist. Zieht man diesen (verbesserten) Wert von dem abgelesenen Wert ab, so erhält man die an dem abgelesenen Skalenausschlage anzubringende Korrektur:

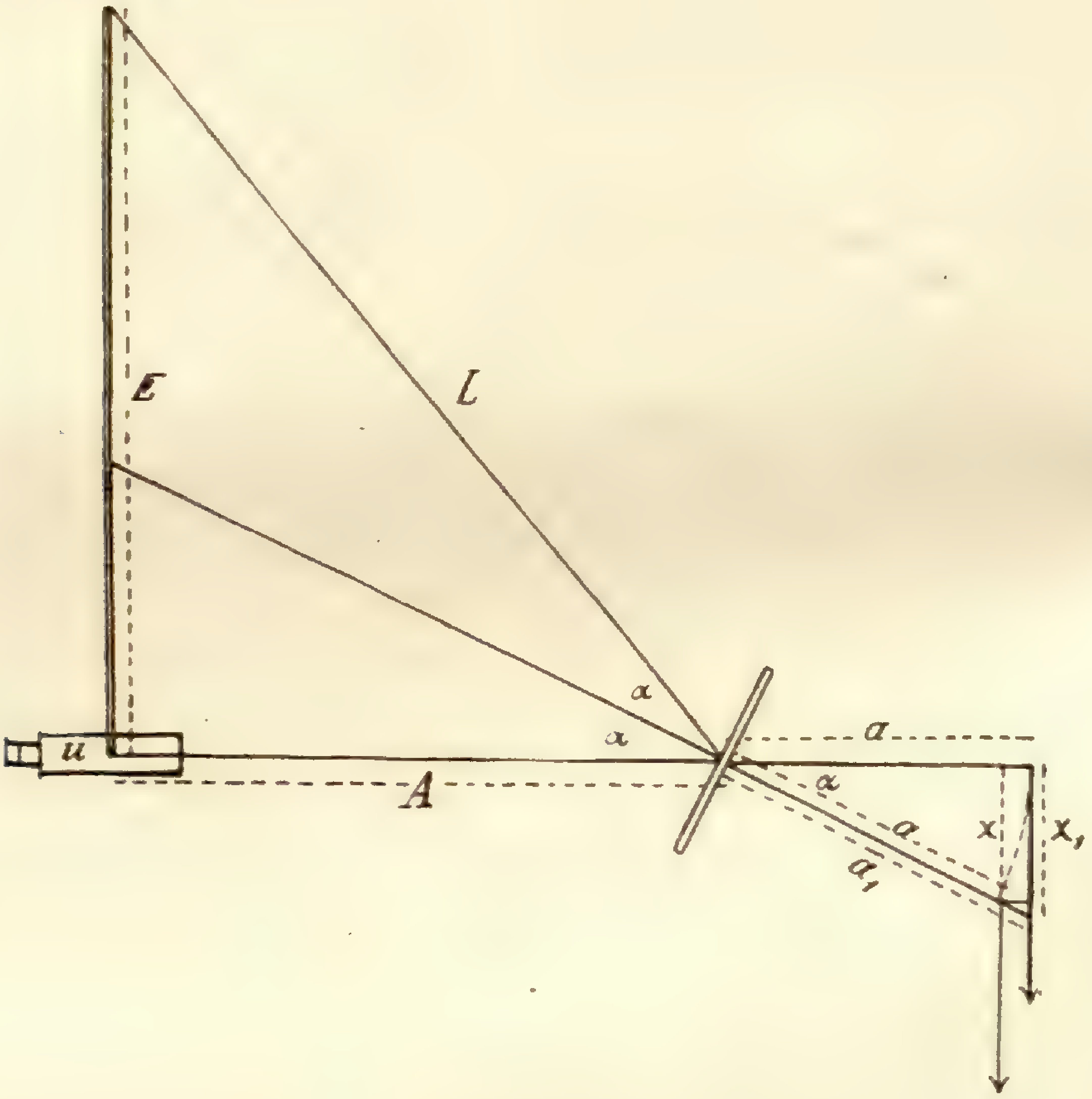


Abb. 1.

E (abgelesen) — E (verbessert) = Korrektur.

Die für die einzelnen Werte von E berechneten Korrekturen werden zweckmäßig in Form einer Kurve auf Millimeterpapier aufgetragen.

Diese anscheinend umständliche Methode gestattet es, jede Ablesung sofort zu verbessern und für die verbesserte Ausschlagsdifferenz einer Tabelle die absolute Zuwachsgröße zu entnehmen. Man benötigt also:

1. eine graphische Darstellung der Korrekturwerte, die an den einzelnen abgelesenen Ausschlägen anzubringen sind;

2. eine Tabelle, die für die einzelnen Ausschlagsdifferenzen die absoluten Zuwachsgrößen angibt (berechnet nach der Formel $z = \frac{a}{2A} E$), gültig für die Fälle a) und b).

3. Die mitgeteilte Tabelle gibt einen Teil der Aufzeichnungen eines Versuchs wieder, der die Wirkung plötzlichen Temperaturwechsels auf das Längenwachstum einer Keimwurzel zeigen sollte;

Tabelle.

Lupinus angustifolius L. Länge der Wurzel: 7,2 mm.	a = 8 mm, A = 2000 mm.	Wirkung plötzlichen Temperaturwechsels (16° C. / 38° C.) 2. I. 20.

Zeit der Ablesung	Temperatur des Wassers in ° C.	Skalenausschlag E in cm der Skale		Zeitabstand von je 2 Messungen in Min.	Zuwachs in diesem Zeitabstand in cm der Skale	Zuwachs für 1 Min.	
		abgelesen	verbessert			in cm der Skale	in Mikron
9^{48}	—	10,42	—				
10^{08}	15,3°	6,40	—	20	4,01	0,20	4,0
19	—	4,29	—	11	2,11	0,19	3,8
28	16,0°	2,03	—	9	2,26	0,25	5,0
34	—	— 0,32	—	6	1,71	0,28	5,6
41	—	+ 1,60	—	7	1,92	0,28	5,6
42	Temperaturwechsel						
44	—	12,10	—				
45	—	12,57	—	1	0,47	0,47	9,4
46	—	13,08	—	1	0,51	0,51	10,2
47	—	13,60	—	1	0,52	0,52	10,4
48	—	14.25	—	1	0,65	0.65	13,0
49	—	14,99	—	1	0,74	0,74	14,8
50	—	15.43	—	1	0,44	0,44	8,8
51	38,3°	16,12	—	1	0,69	0,69	13,8
52	—	16,52	—	1	0,40	0,40	8,0
53	—	16,94	—	1	0,42	0,42	8,2
54	—	17,31	—	1	0,37	0,37	7,4
55	—	17,60	—	1	0,29	0,29	5,8
				2	0,42	0,21	4,2

u. s. f.

die graphische Darstellung ergibt die in Abb. 2 dargestellte Kurve. Alle Aufzeichnungen der Tabelle wurden während des Versuches gemacht, so daß bei Abschluß desselben das Ergebnis fertig vorlag.

Die Methode hat den Nachteil, daß sie während des ganzen Versuchs die Arbeitskraft des Beobachters in Anspruch nimmt.

Bei meinen bisherigen Untersuchungen zeigten die einzelnen Individuen des Liniengemisches, wie es das von einer Samenhandlung bezogene Material von *Lupinus angustifolius* L. wohl vorstellte, so große Abweichungen in der Art ihrer Reaktion auf äußere Einflüsse, daß ein brauchbarer Mittelwert erst nach

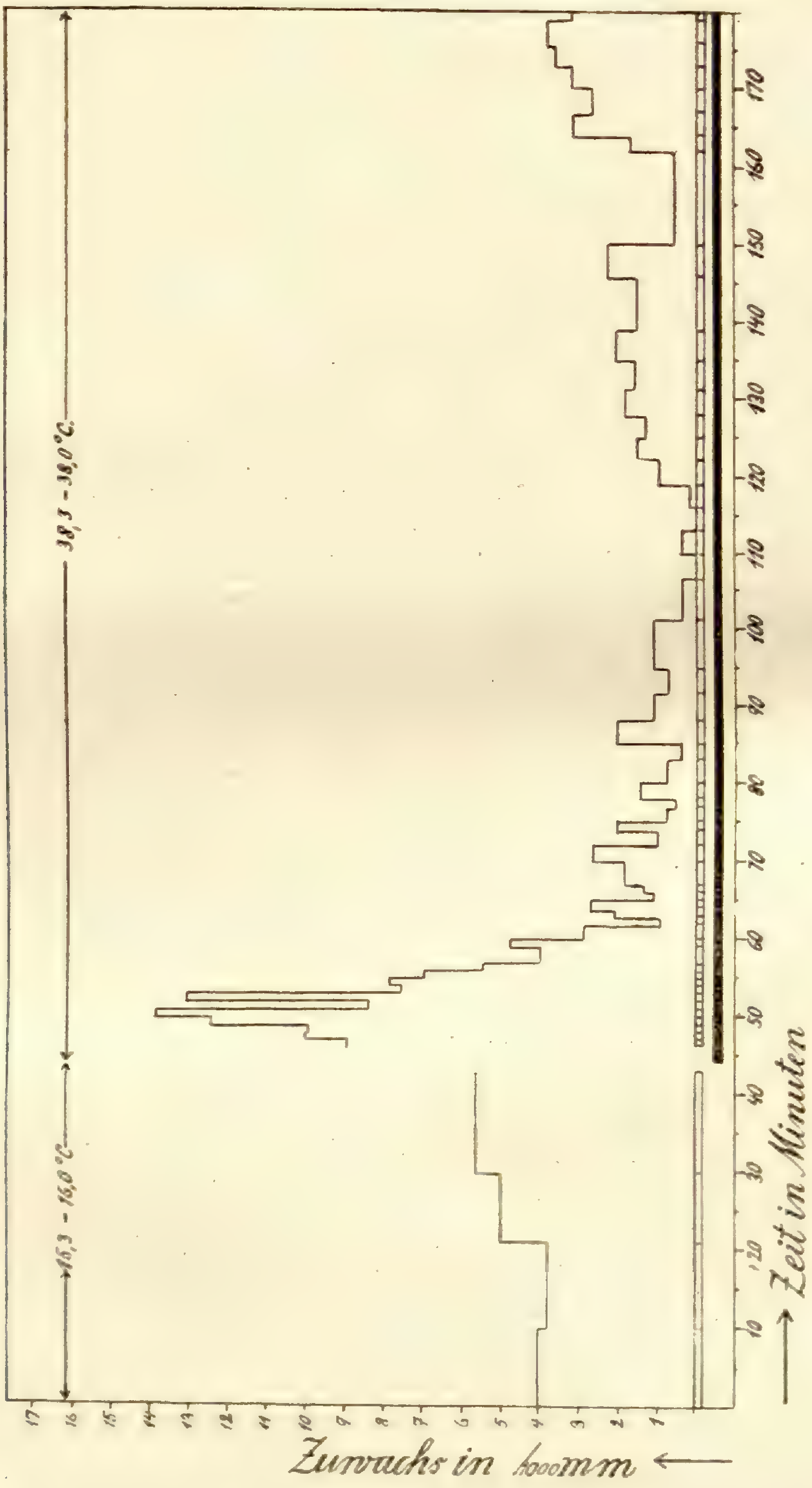


Abb. 2.

Ausführung einer großen Anzahl von Einzelbeobachtungen erhalten werden konnte. Hierdurch ist ein großer Zeitaufwand bedingt. Voraussichtlich wird man in solchen Fällen bedeutend rascher zum Ziel kommen, wenn man von vornherein mit erblich einheitlichem Material (reinen Linien) arbeitet.

Naumburg a. S., Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt,
17. Oktober 1920.

7. K. Linsbauer: Über die kalkfreien Cystolithen der Acanthaceen.

(Mit 9 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 30. Oktober 1920.)

Unter den in der Literatur erwähnten Fällen des Vorkommens kalkfreier Cystolithen[1]) beanspruchen die von MOLISCH entdeckten Cystolithen im internodialen Marke von Acanthaceen besonderes Interesse. Während es sich nämlich in den meisten der beschriebenen Fälle um typische „Kalk-Cystolithen" handelt, die nur aus pathologischen Gründen der Inkrustation entbehren oder bei denen der Kalkmangel auf einer Entkalkung mit zunehmendem Alter der Lithocysten zurückzuführen ist, gelten die erwähnten Acanthaceen als von vornherein kalkfrei und könnten in dieser Hinsicht den „Harz-Cystolithen" (Resinocysten [SCHOENNETT-ZALEWSKI, FELLERER]) der Begoniaceen und den „Schleim-Cystolithen" der Urticacee *Girardinia palmata* (SCHORN) an die Seite gestellt werden.

Die in Rede stehenden Acanthaceen-Cystolithen wurden wohl schon von RICHTER gesehen, da er ausdrücklich von „verholzten" Cystolithen im Marke von *Ruellia picta* u. a. spricht und gerade

---

1) Vgl. die Zusammenstellung der Literatur über kalkfreie Cystolithen bei RADLKOFER (1890, S. 115 ff.). Angaben über das Schwinden der Kalkinkrustation bei *Ficus*-Arten finden sich ferner bei HABERLANDT (l. c., S. 496) und RENNER (l. c., S. 188); ich selbst fand ein solches Vorkommen kalkfreier und dabei rudimentärer Cystolithen bei einem Exemplar von *Ficus venosa* im hiesigen Gewächshause. Auf den eigenartigen Fall des Schwindens der Kalkinkrustation in den Cystolithen der Santalaceen-Gattung *Champereia* (CHAREYRE) wird später zurückzukommen sein.

die Verholzung nach MOLISCH für die kalkfreien Cystolithen charakteristisch ist, doch entging ihm der Mangel der Inkrustation und andere histologische Eigentümlichkeiten. MOLISCH konstatierte die Beschränkung ihres Vorkommens auf idioblastisch ausgebildete Zellen im zentralen Teil des Internodiums, während sie im Knoten die typische Inkrustation aufweisen (*Strobilanthes glomeratus, Str. isophyllus, Ruellia ochroleuca*). Nach KOHL (S. 136) kann man bei Acanthaceen alle Abstufungen von kalkhaltigen bis zu vollkommen kalkfreien Cystolithen beobachten; so sollen sie bei *Ruellia japonica* im Blatte wenig, in Mark und Rinde dagegen viel Kalk enthalten. Die von MOLISCH beobachteten kalkfreien Cystolithen unterscheiden sich aber nicht allein durch ihre Lage und graduell nach ihrem Kalkgehalt von den typischen Formen, sondern auch durch ihre sonstige Ausbildung; als charakteristisch ist insbesondere hervorzuheben der Mangel an Protuberanzen, ihre Verholzung und ihre Anheftung mit mehreren Stielen; sie besitzen an ihrer Basis 1—2, seltener 3, an den Seitenwänden bis 8 und mehr Stiele.

Als ich gelegentlich den verbreiterten Markkomplex im Knoten eines mehrjährigen Stämmchens von *Str. isophyllus* untersuchte, fiel es sogleich auf, daß auch an dieser Stelle kalkfreie Cystolithen mit allen den Eigentümlichkeiten auftraten, die MOLISCH für die gleichen Gebilde im internodialen Marke angibt. Dieser Befund ließ vermuten, daß auch in diesem Falle in den alternden Markzellen eine Lösung des inkrustierenden kohlensauren Kalkes vor sich geht. Die Richtigkeit dieser Deutung vorausgesetzt, wäre zu erwarten, daß auch die Cystolithen des internodialen Markes in einem früheren Entwicklungszustand $CaCO_3$ führen. Die Untersuchung ganz junger Internodien erbrachte den gewünschten Beweis; in dieser Region sind sämtliche Cystolithen im Marke sowohl wie in der Rinde kalkführend. An älteren Internodialteilen findet man Cystolithen in allen Stadien der Entkalkung nebeneinander und schließlich nur mehr kalkfreie Skelette, wie sie MOLISCH beobachtete. Die sogenannten kalkfreien Cystolithen der Acanthaceen sind somit auch hier nichts anderes als normale Kalkcystolithen, die in einem vorgeschrittenen Entwicklungszustand eine Entkalkung erfahren. Daß im Marke des Internodiums der Entkalkungsprozeß früher einsetzt als im Nodus ist im Hinblick auf das frühzeitige Absterben der internodialen Markzellen nicht überraschend. In bezug auf die Inkrustation unterscheiden sich somit die Markcystolithen der Acanthaceen in keiner Weise von den typischen Cystolithen. Was indessen unser Interesse beansprucht, sind die mit der Entkalkung einhergehenden histologischen und mikrochemischen Veränderungen.

Mit dem Schwinden des Kalkes nimmt die Konsistenz des Zellulosegerüstes ab, die Protuberanzen verlieren sich, der Körper schrumpft etwas in radialer Richtung; die nur von einer dichteren Hülle umgebene zarte Gerüstsubstanz büßt ihre Festigkeit ein und der Cystolith sinkt gewöhnlich an eine Seitenwand. Gleichzeitig geht eine chemische Veränderung in der Gerüstsubstanz vor sich; die ursprüngliche Zellulose erfährt ebenso wie die Membran des Lithozysten eine Verholzung, die in erster Linie den zentralen Teil des Gerüstes und die sogenannten „radialen Stränge“ ergreift, während die äußere Hülle unverholzt bleibt. Rutheniumsesquichlorür ruft eine intensive Rötung des Cystolithen und der Mittellamellen hervor; es ist somit auch eine Pektinmetamorphose eingetreten, die, wie insbesondere Querschnitte durch die Cystolithen zeigen, ebenso wie die Verholzung von innen nach außen fortschreitet. Der Kern des Cystolithenkörpers scheint somit in chemischer Hinsicht den Charakter der Mittellamelle anzunehmen.

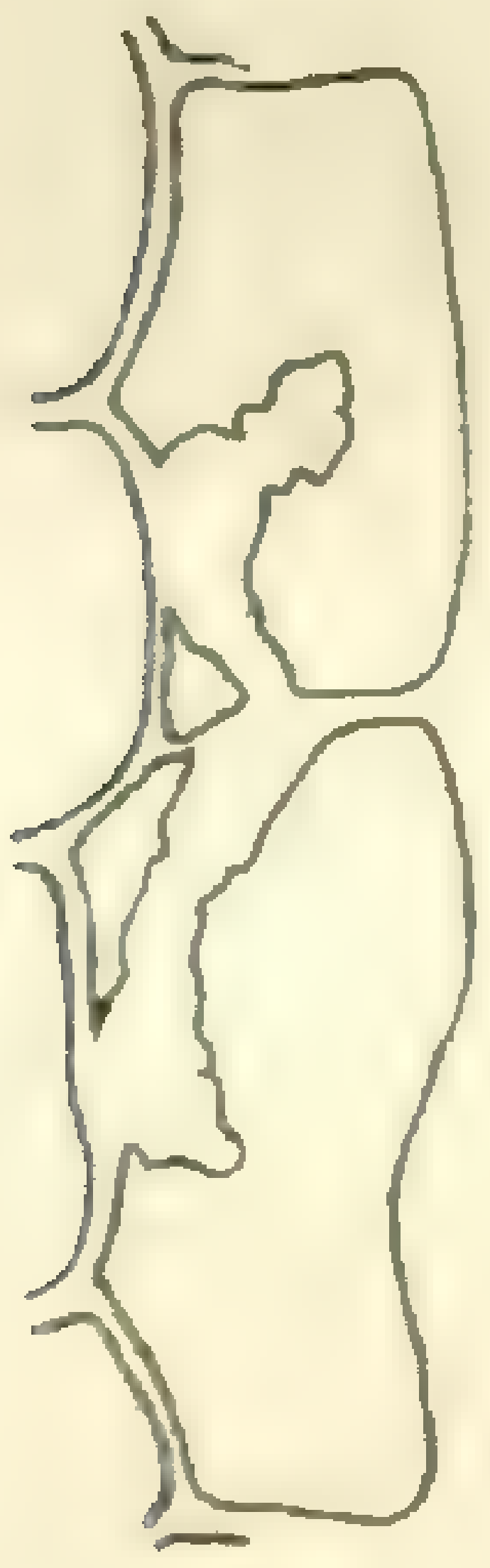


Abb. 1.

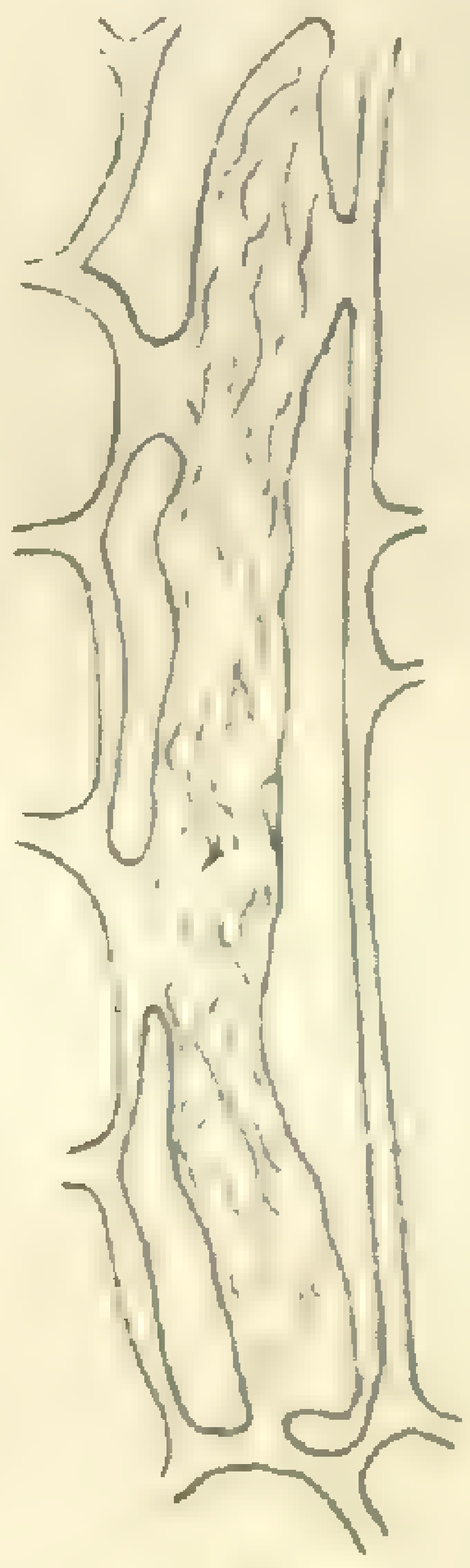


Abb. 2.

Abb. 1. Kleiner Doppelcyst. aus dem internodialen Marke; nach der Entkalkung umgesunken und mit der Lithocystenmembran verwachsen.

Abb. 2. Umgesunkener, mit der Lithocystenwand verwachsener Cyst. mittlerer Größe.

Dort, wo der umgesunkene Cystolith mit einer unverholzten Hülle die Innenseite der Zellmembran berührt, erfolgt die Ausbildung einer kurzen, brückenartigen Verbindung der beiden Wandteile (Abb. 1 und 2)[1] doch können solche Verbindungsstränge anscheinend auch von anderen Teilen der Obertläche der Cystolithen zur Membran gebildet werden (Abb. 3 und 4). Bisweilen erschienen sie dünn und fadenförmig, dagegen erfolgt an anderen Stellen die Verschmelzung auf breiter Fläche über eine größere Strecke hin. Von der Fläche gesehen, erscheinen die Ansatzstellen dieser Zellulosebrücken an die Zellmembran daher von verschiedenem Durchmesser und unregelmäßig konturiert. Bisweilen verschmilzt sogar die Spitze des Cystolithen mit der gegenüber-

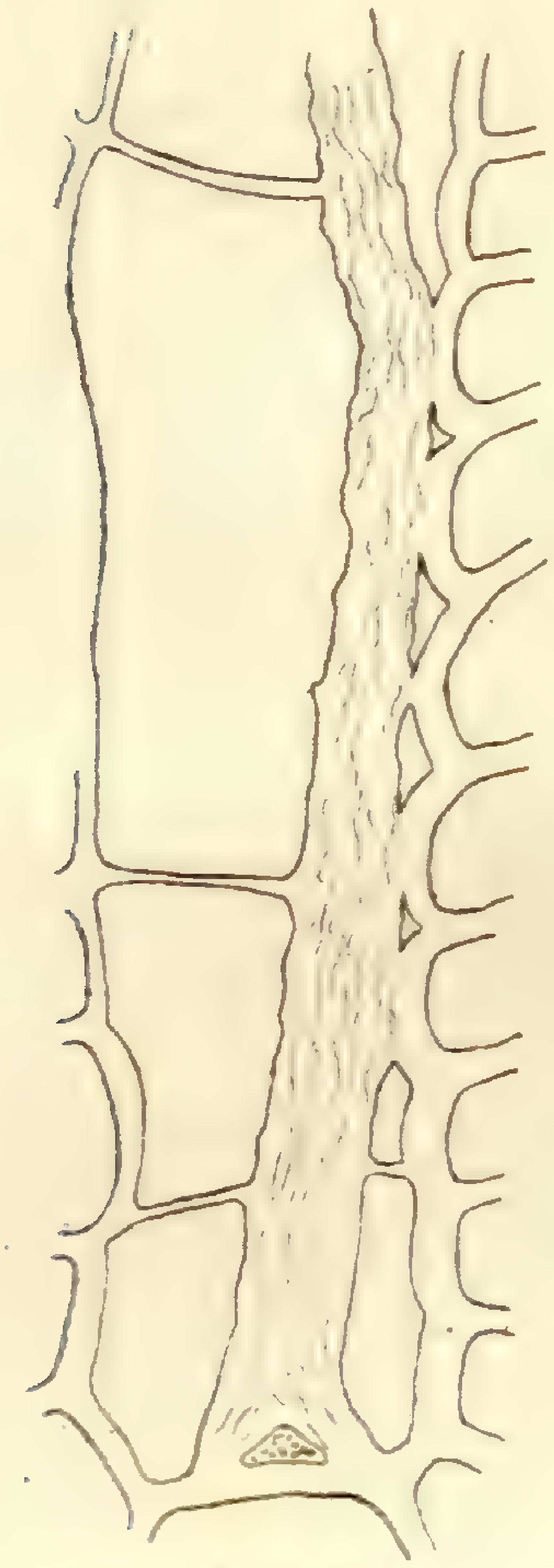


Abb. 3.

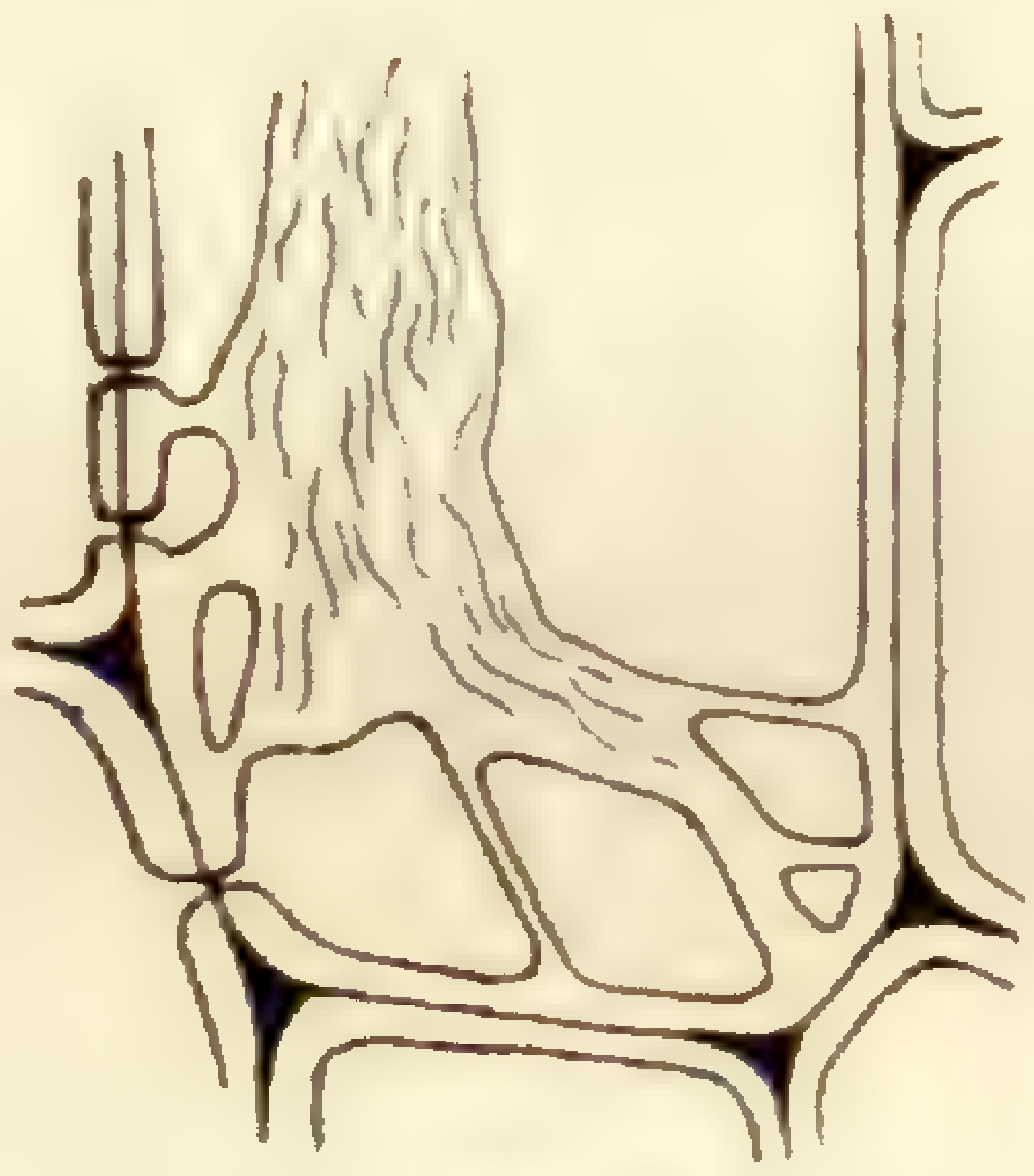


Abb 4.

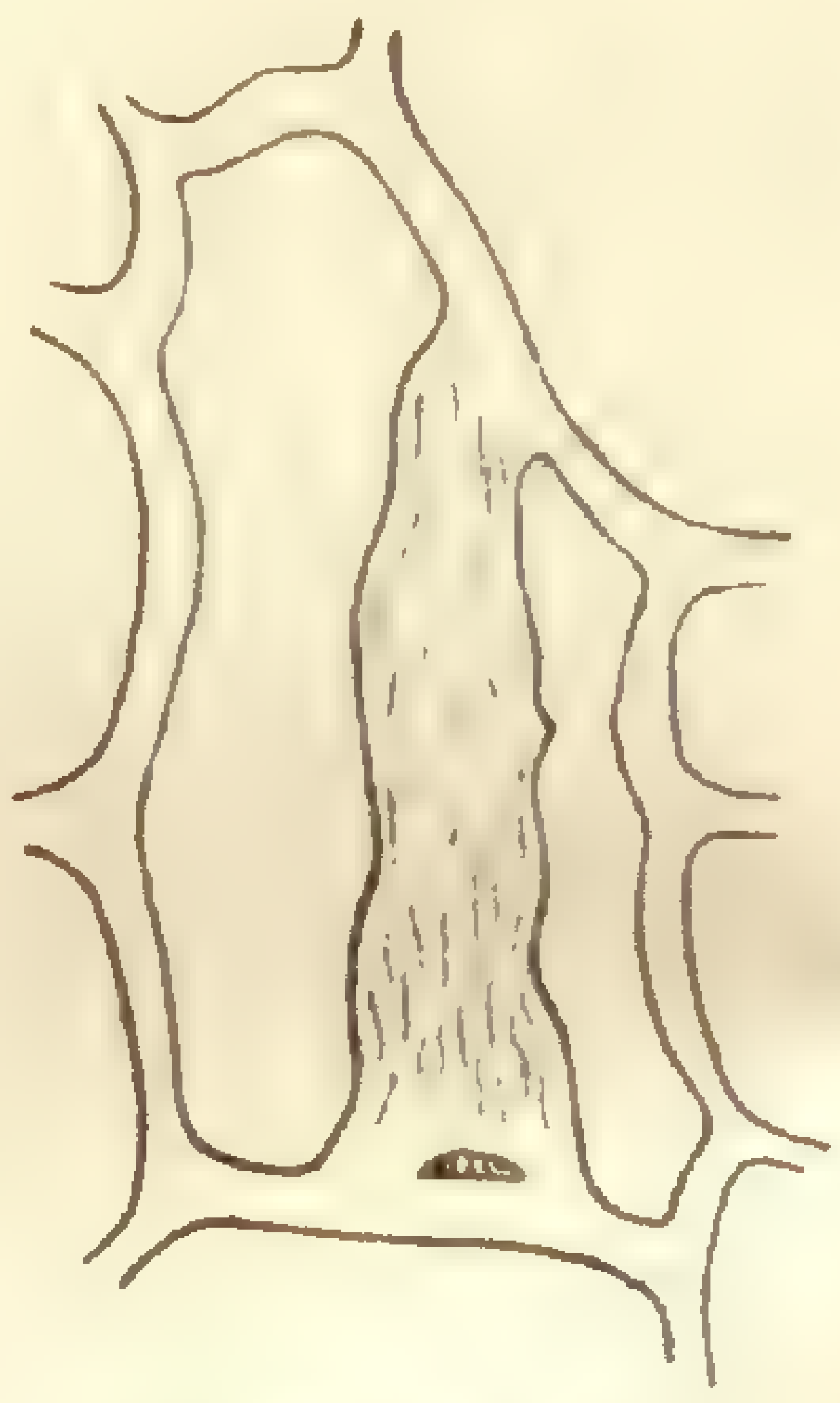


Abb. 5.

Abb. 3. **Großer kalkfreier Cyst., an zahlreichen Stellen mit der Lithocystenmembran verwachsen.**

Abb. 4. Ausbildung sekundärer Stiele an einem alten, kalkfreien Cyst.

Abb. 5. **Kalkfreier Cystolith, dessen Spitze mit der Lithocystenmembran verwachsen ist.**

---

[1] **Sämtliche Abbildungen betreffen** *Strobilanthes isophyllus.* **Abgesehen von Abb. 8 wurden alle bei 650facher Vergrößerung entworfen und zur Reproduktion um** $^1/_3$ **verkleinert.**

liegenden Quermembran, so daß er wie ein säulenförmig ausgebildeter Tropfstein den Lithocysten in seiner ganzen Länge durchzieht (Abb. 5).

Der Cystolith steht nun meist mit zahlreichen stielförmigen Fortsätzen mit der Membran in Verbindung, ähnlich wie es, freilich viel weniger ausgeprägt, für die ROSANOFFschen Kristalle bekannt ist. Über die entwicklungsmechanischen Gründe der Ausbildung solcher Zellulosebrücken läßt sich zunächst nichts genaueres aussagen; vielleicht stehen sie aber in beiden Fällen in ihrer Genesis den „Stabkörpern" nahe, wie man sie bei Koniferentracheiden und im Markparenchym mancher Pflanzen[1]) antrifft. Diese entstehen nach RAATZ (l. c., S. 594) im Holzkörper durch Wachstum unter Zugspannung aus Zelluloseansammlungen, welche durch Berührung opponierter Wände veranlaßt werden.

Den von MOLISCH beobachteten seitlichen Cystolithenstielen liegt somit augenscheinlich eine ganz andere Entwicklung zu Grunde, als dem eigentlichen Stiel des Gebildes, mit dem sie nur eine formale Ähnlichkeit haben; man könnte sie zur Unterscheidung als „sekundäre" Stiele bezeichnen.

Schwieriger gestaltet sich die Erklärung des Zustandekommens mehrerer Stiele an der Querwand des Lithocysten, von welcher der Cystolith seinen Ursprung nimmt. Zum Verständnisse müssen einige Worte über den primären Stiel der Acanthaceencystolithen vorausgeschickt werden.

Die Literaturangaben über Auftreten, Aussehen und Verhalten des Stieles sind wenig bestimmt. Schon bei WEDELL und SCHACHT findet sich die Angabe, daß der Stiel immer äußerst fein und bisweilen gar nicht zu sehen sei. Nach SCHACHT liegt der Stiel bei den „Donnerkeilformen" stets an der stumpfen Seite des Körpers; da er ihn jedoch nur bei *Justitia carnea* mit Sicherheit nachweisen konnte, vermutet er, daß er späterhin verschwindet. Auch RICHTER bekennt sich, wenigstens bzgl. der langgestreckten Cystolithen in Rinde und Bast, zu dieser Auffassung, während er den Stiel der Epidermis- und Markcystolithen[2]) öfters deutlich beobachten konnte. Die Anheftungsstelle soll jedoch „ganz regellos", „an ganz verschiedenen Punkten der Oberfläche des Cystolithen"

---

[1]) Ich fand sie gelegentlich auch im Marke von *Strobilanthes isophyllus*, wo sie sich in der Richtung der Längsachse durch mehrere Zellen hindurch erstrecken.

[2]) Wahrscheinlich hat aber RICHTER, wie man aus einer Stelle des Textes (S. 8) schließen kann, hier nur die allerdings sehr deutliche Anheftung der kalkfreien Cystolithen, nicht aber den eigentlichen Stiel gesehen.

(S. 8, 11) gelegen sein und auch bezüglich der Anheftungsstelle an der Zellwand soll keine Regelmäßigkeit erkennbar sein. Auch KOHL glaubt an eine Resorption des Stieles im Alter, so daß die Cystolithen frei in ihrer Trägerzelle liegen (S. 136). Die Angaben über die Anheftungsstelle und ihre Beziehung zur Form des Cystolithen lauten aber hier wesentlich bestimmter. Bei den „Donnerkeilformen“, wie sie in Rinde und Mark auftreten, liegt der Befestigungspunkt, wie auch aus den eingehenden Studien HOBEINs hervorgeht, jedenfalls am stumpfen Ende[1]). Die Unmöglichkeit, den Stiel an älterem Materiale aufzufinden[2]) führt auch ihn wie CHAREYRE zu der Vorstellung von der Vergänglichkeit dieses Gebildes.

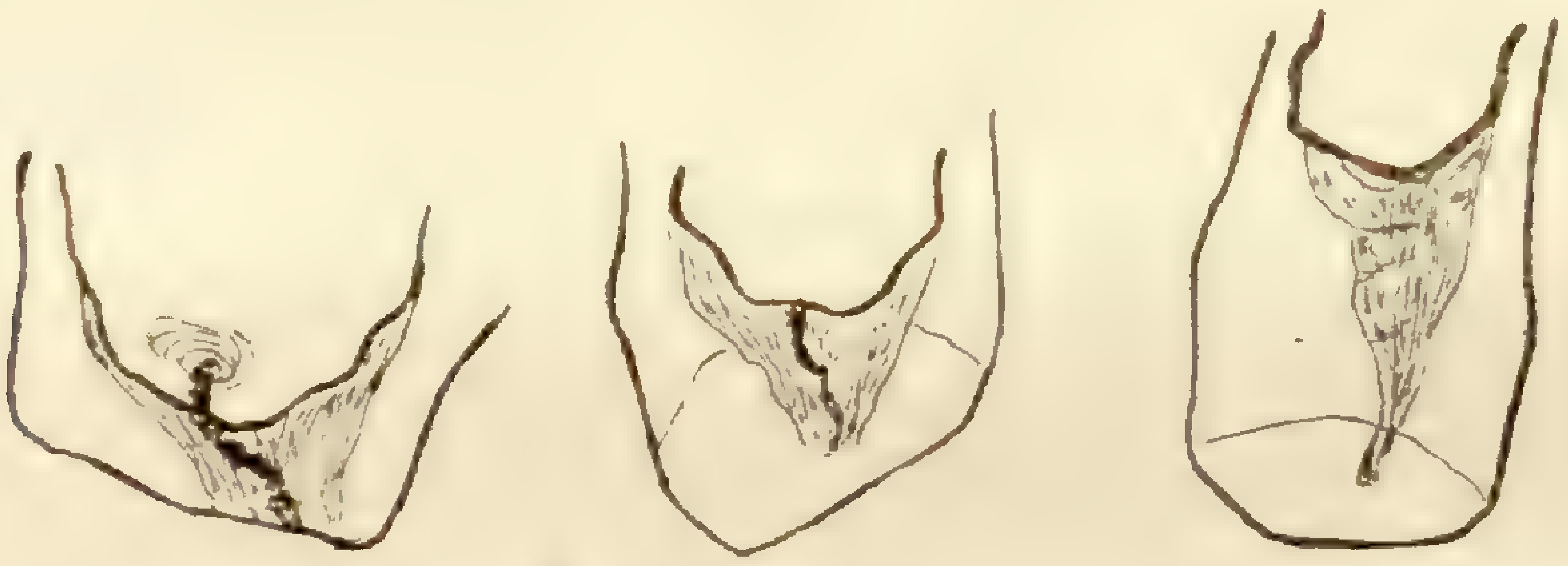


Abb. 6.

Abb. 6. Cystolithenstiele aus einem ausgewachsenen Blatte von *Str. isoph.*

Ich selbst konnte bei meinem Materiale über diese Frage lange nicht ins Klare kommen. Günstige Ergebnisse erhielt ich schließlich durch Überfärben von mit Javelle vorbehandelten zarten Schnitten und nachträgliche Differenzierung oder an Mazerationspräparaten (gewonnen durch Kochen mit NH_3), die mit Chlorzinkjod behandelt wurden. Mit diesen Methoden habe ich schließlich die Cystolithenstiele in allen Geweben und in verschiedenen Altersstadien, wenn auch nicht in jedem Falle nachzuweisen vermocht. Eine Resorption der Cystolithenstiele oder besser gesagt ihrer Ansatzstelle an die Membran könnte somit, wenn überhaupt, nur gelegentlich vorkommen. Die Schwierigkeit ihres Nachweises

---

1) Die Angabe bei HABERLANDT (S. 495), der Stiel der Acanthaceen-Cystolithen wäre „seitlich“ inseriert, gilt nur für einzelne Cystolithenformen, wie sie insbesondere oft in der Epidermis zu beobachten sind, aber durchaus nicht allgemein und jedenfalls nicht für die „Donnerkeil“-Formen.

2) Bisweilen findet man in Lehrbüchern freilich auch bei den Donnerkeil-Formen die Cystolithenstiele recht deutlich abgebildet; in solchen Fällen hat aber zweifellos die Phanthasie bei der Zeichnung Pate gestanden.

liegt vorwiegend in ihrer Substanzarmut, so daß sie oft trotz der Färbung nur wie ein leichter Schatten erscheint.

Die Art des Ansatzes möge aus den Abb. 6 entnommen werden. Die Masse des Stieles erscheint gleichmäßig oder es läßt sich mit Gentianaviolett ein dunkel tingierbarer zentraler Strang differenzieren. Ob diese Verschiedenartigkeit ein Ausdruck verschiedenen Alters des Cystolithen ist, vermag ich nicht zu sagen.

Mit fortschreitender Entkalkung der Markcystolithen tritt auch im Ansatz eine Veränderung auf; an breiteren Ansatzstellen beobachtet man wie am Cystolithenkörper, daß die Peripherie des Gerüstes eine festere Konsistenz besitzt, während der zentrale Teil, von seiner Basis beginnend, eine weitgehende Degeneration erfährt; es bildet sich anscheinend ein mit feinkörniger Substanz erfüllter Hohlraum (Abb. 7). Offenbar unterliegt auch hier das Innere des Gerüstes einer gummi- oder pektinartigen Metamorphose. Die erhalten bleibenden peripheren Anteile machen dann den Eindruck von meistens zwei Stielen (Abb. 3 und 7), die somit gleichfalls als sekundär bezeichnet werden müssen.

Mit der Verholzung und der Ausbildung der sekundären Stiele des Cystolithen ist indessen die Altersveränderung des Lithocysten noch nicht abgeschlossen. Namentlich die in der Peripherie des Markes gelegenen Lithocysten wachsen beträchtlich heran und nehmen den Charakter von Sklerenchymfasern mit stumpfen, bisweilen gegabelten Enden an (Abb. 8). Ihre Membran ist deutlich gestreift und trägt linksschiefe spaltenförmige Tüpfel. Gleichzeitig erfährt sie durch Anlagerung neuer Membranlamellen eine beträchtliche Verdickung — wie insbesondere aus den Querschnittsbildern zu ersehen ist (Abb. 9). Endlich verholzt sie (speziell in der Mittellamelle) wie die übrigen Markzellen.

Damit ist ein sehr auffälliger und vollkommener Funktionswechsel des Lithocysten vollzogen: aus einem Exkretbehälter ist eine Stereïde geworden. Verwächst der Cystolithenkörper dazu mit der Membran der Trägerzelle, so trägt auch er zu ihrer Verstärkung bei.

Wie eine Bastzelle kann schließlich auch der Lithocyst eine Fächerung erfahren, d. h. durch Bildung von Querwänden in eine Anzahl von Zellen zerlegt werden. Tritt die Bildung solcher Wände im Bereiche des Cystolithen auf, so setzen sie an den seitlich verlagerten Cystolithen an, wodurch ein höchst auffälliges mikroskopisches Bild zustandekommt; man gewinnt den Eindruck, als würde der Cystolith mehrere Zellen durchsetzen. Auch diese Bildung hat MOLISCH bereits beobachtet, aber anders gedeutet, indem er annahm, daß mehrere übereinanderliegende Cystolithen aufeinanderstoßen, verschmelzen und anscheinend einen einzigen auffallend langen Cystolithen bilden, der die Querwände der Zellen durchsetzt.

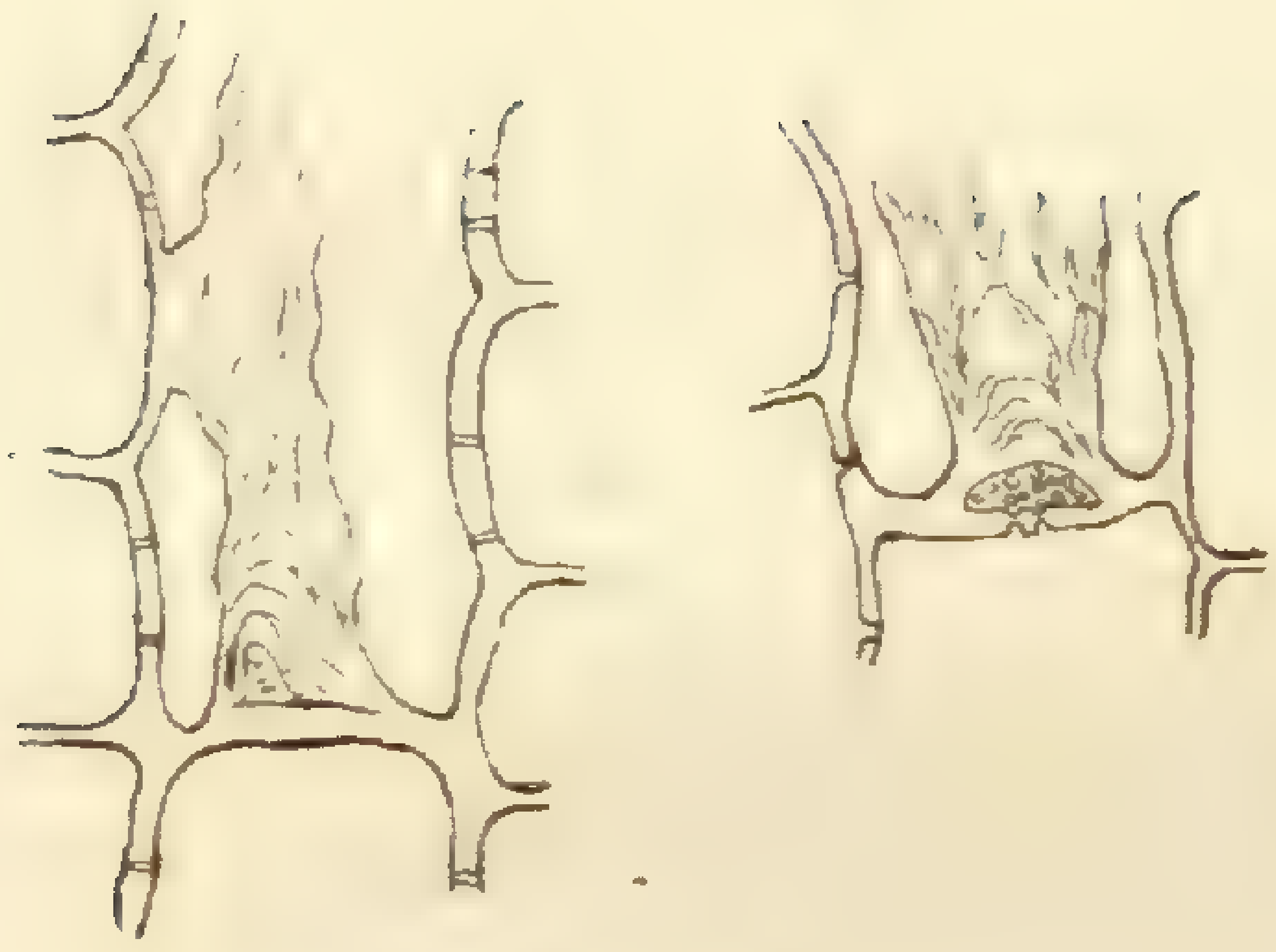


Abb 7.

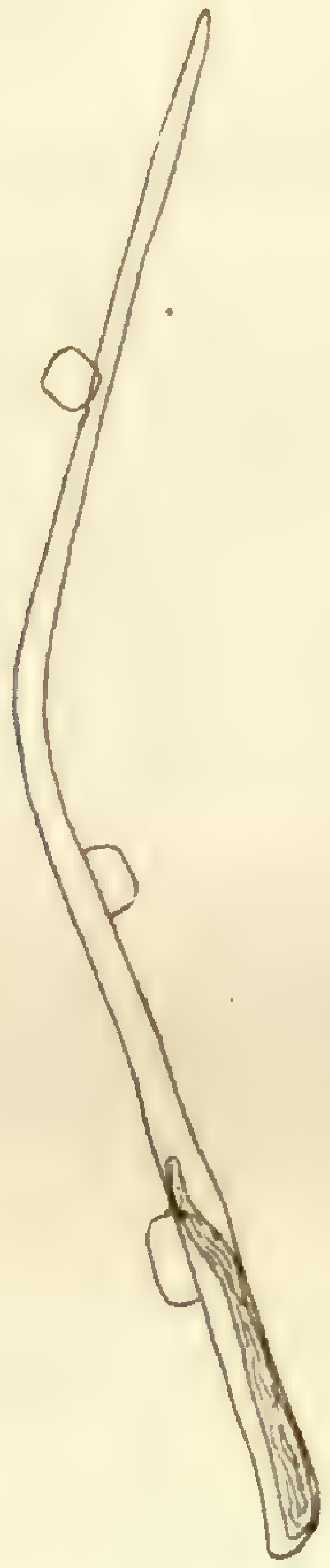


Abb. 8.

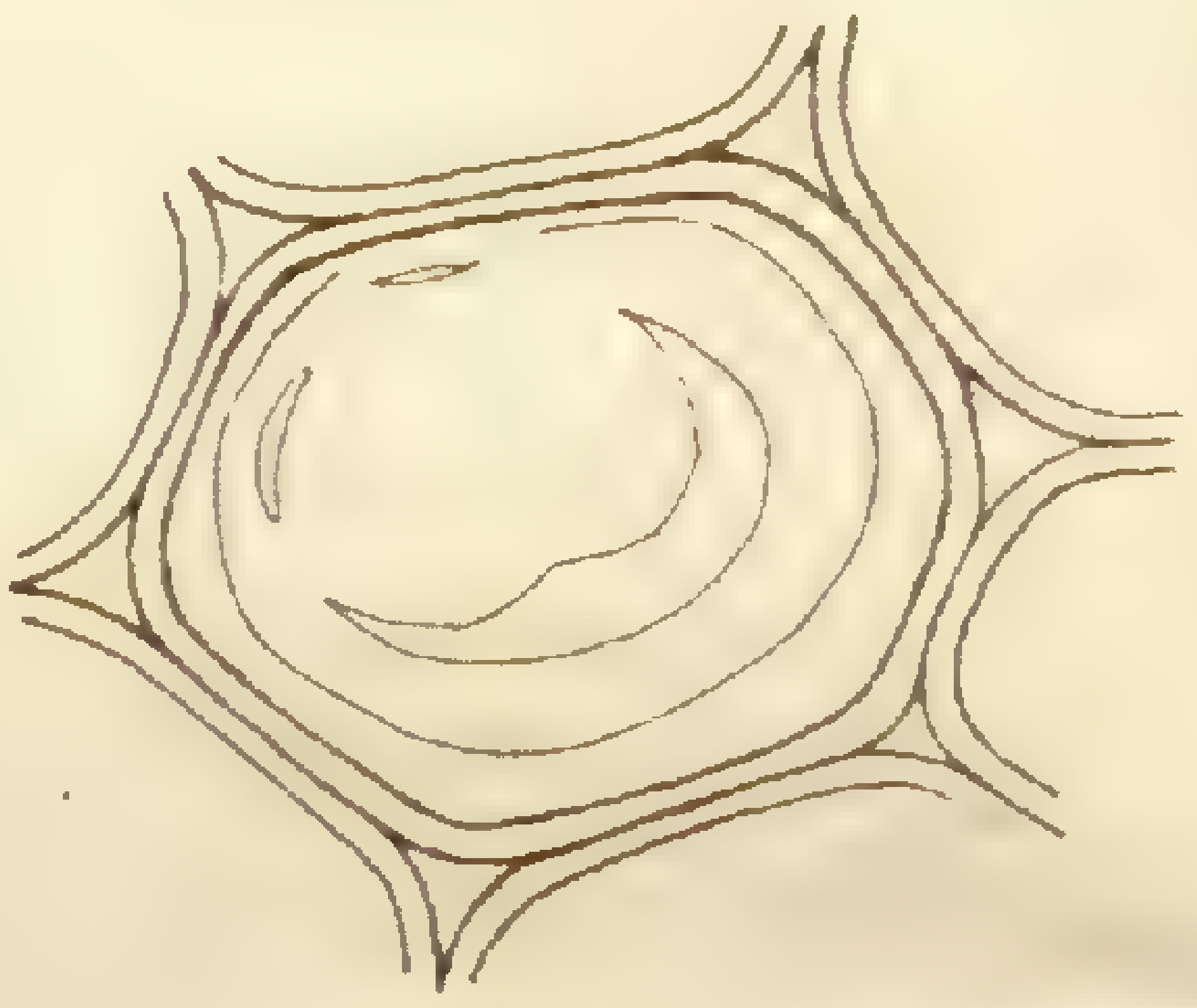


Abb. 9.

Abb. 7. Häufigste Formen sek. Stiele an der Ansatzstelle der Cystolithen.

Abb. 8. Zu langer, faserförmiger Zelle herangewachsener isolierter Lithocyst mit vereinzelt noch anhaftenden Markparenchymzellen; am Grunde der mit der Membran verwachsene kalkfreie Cystolith.

Abb. 9. Querschnitt durch einen alten, zur Sklereide gewordenen Lithocysten (aus dem 10. Internodium), exzentrisch gelagerten Cystolithen und sek. Membranverdickungen zeigend.

Soweit ich aus der einschlägigen Literatur ersehe, ist bisher nur ein einziger analoger Fall bekanntgeworden; er betrifft die von BEHM beschriebene und auch bei SOLEREDER (l. c., S. 830) abgebildete Umwandlung eines Doppelcystolithen im Baste von *Champereia*. Auch sie beginnt mit der Auflösung der Kalkinkrustation; gleichzeitig beobachtet man eine Sklerosierung der Lithocystenmembran, die auch auf den peripheren Teil des Cystolithen übergreifen kann. Bisweilen verschmelzen die sklerosierten

Teile miteinander, so daß die ursprüngliche Trägerzelle zu einer Steinzelle wird und somit einem gleichen Funktionswechsel unterliegt wie im Marke der Acanthaceen.

Das Schicksal der Cystolithen ist somit je nach Organ und Gewebe, in dem sie auftreten, verschieden. Die Pflanze entledigt sich ihrer beim Laubfall oder, sofern sie im pheripheren Gewebe des Stammes liegen, durch Peridermbildung, oder sie erfahren, wie in den oben erwähnten Fällen, eine Entkalkung unter Sklerosierung des Lithocysten.

Graz, pflanzenphysiologisches Institut.

Literatur-Nachweis.

BEHM, Anat. Charakteristik d. Santalaceen, Bot. Centralbl. 1895/II.

CHAREYRE, J., Sur la formation des cystolithes et leur resorption. Compt. rend. Paris 96, 1883, S. 1594.

FELLERER, C., Beitr. z. Anat. u. Syst. d. Begoniaceen, Diss., München 1892.

HABERLANDT, G., Physiolog. Pflanzenanatomie, V. Aufl., Leipzig 1918.

HOBEIN, M., Über den syst. Wert d. Cystolithen b. d. Acanthaceen. ENGLERS Bot. Jahrb. 5, 1884, S. 422.

KOHL, F. G., Kalksalze u. Kieselsäure in den Pfl. Marburg 1889.

MOLISCH, H., Über kalkfreie Cystolithen, Öst. bot. Ztschr. 1882, Nr. 11.

RADLKOFER, L., Über die Gliederung d. Fam d. Sapindaceen. Sitzber. k. bayr. Akad d. W., math.-phys Kl., 20, 1890.

RAATZ, W, D. Stabbildung im sek. Holzkörper d. Bäume, Jahrb. f. wiss. Bot., 23, 1892.

RENNER, O., D. Lithocysten d. Gatt. *Ficus*. Beih. bot. Centralbl., 25/I, 1910.

RICHTER, K., Beitr. z. genaueren Kenntn. d. Cystolithen u. einiger verwandter Bildungen im Pflanzenreiche. Sitzber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien, 1. Abt., 76, 1877.

SCHACHT, H., Über d. gestielten Traubenkörper im Bl. vieler Urticeen etc. Abh d. SENKENBERG-Ges. in Frankfurt a. M. 1854, 1, S. 133.

SCHOENNET, M., Rezynocysty, Kosmos, Lemberg, 18, cit. nach ZALEWSKI.

SCHORN, F., Über Schleimzellen von Urticeen und über Schleimcystolithen von *Girardinia palmata* Gaudich. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Wien, math.-nat. Kl., 1. Abt., 116, 1907.

SOLEREDER, H., Systematische Anatomie d. Dikotylen. Stuttgart 1899.

WEDELL, A., Sur les cystolithes ou concrétions calcaires des Urticées et d'autres végétaux. Ann. d. sc. nat., 4. sér., 2, 1854.

ZALEWSKI, A., Über SCHOENETTS Resinocysten, Bot. Ctrbl. 70, 1897.

8. A. Wieler: Das Bluten in Blättern.

(Eingegangen am 5. November 1920.)

Die normale Ausscheidung tropfbar flüssigen Wassers durch die Blätter geschieht teils durch aktiv wirkende Hydathoden[1]), teils durch den Wurzeldruck, dessen Wirkung sich durch die Blätter hindurch fortpflanzt. Auch eine Wasserausscheidung nach entgegengesetzter Richtung kommt vor, wenn abgeschnittene Zweige mit den Blättern in Wasser tauchen. Doch ist es weder PITRA[2]) noch mir[3]) gelungen zu entscheiden, ob der Sitz des Blutens in den Blättern selbst oder in den Leitungsbahnen der Zweige ist. Im letzteren Falle würden die Blätter nur als aufnehmende Organe dienen. Im nachstehenden möchte ich die Aufmerksamkeit auf eine Blutungserscheinung lenken, die schon lange bekannt, aber nicht oder nur wenig beachtet worden ist, und die u. a. auf diese Frage Licht werfen dürfte.

1883 haben V. SCHROEDER und REUSS[4]) gelegentlich ihrer Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanzen eine von ihnen als Nervaturzeichnung bezeichnete Erscheinung beschrieben, die ihrer Natur nach eine Blutungserscheinung ist. Mir ist diese Veröffentlichung entgangen, als ich mich seiner Zeit mit Untersuchungen über Bluten befaßte. Auch in der zweiten Auflage von PFEFFERs Pflanzenphysiologie ist sie nicht erwähnt. Erst später, als ich mich mit Untersuchungen über Rauchschäden beschäftigte, bin ich mit den Beobachtungen der genannten Autoren bekannt geworden. Mit Rücksicht auf die sich bei dieser Erscheinung abspielenden Vorgänge habe ich vorgeschlagen, sie als

---

[1]) HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie, 4. Aufl., 1909, S. 451. Vergleiche auch die Kritik dieser Ansicht bei BURGERSTEIN, Die Transpiration der Pflanzen, Jena 1904, Absch. Guttation, Hydathoden.

[2]) Versuche über die Druckkraft der Stammorgane bei den Erscheinungen des Blutens und Tränens der Pflanzen. — PRINGSH. Jahrb. f. wiss. Bot. XI.

[3]) Das Bluten der Pflanzen. COHNs Beiträge zur Biologie d. Pflanzen. VI. 92.

[4]) Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch und die Oberharzer Hüttenrauchschäden. Berlin 1883, S. 75.

Injektionen zu bezeichnen an Stelle der irreführenden „Nervaturzeichnung“[1]).

Unsere Autoren beobachteten, daß unter der Einwirkung von verdünntem Schwefeldioxyd „alle in der Nähe der Hauptnerven und seiner nächsten Verzweigungen liegenden Stellen des Blattgewebes zu beiden Seiten bis auf einige Entfernung von den Nerven hellgrün erscheinen, während die weiter abliegenden Teile des Gewebes matt und fahl sind“. Sie experimentierten mit Spitzahorn und haben auch ein Blatt mit der Nervaturzeichnung abgebildet. Die Erklärung, die sie für die Erscheinung geben, ist unrichtig, was ich an anderer Stelle nachgewiesen habe[1]). Es handelt sich um einen Blutungsvorgang, der durch die Einwirkung der gasförmigen Säure ausgelöst wird. Die Interzellularen des Mesophylls werden mit Wasser erfüllt, dadurch erscheint das Gewebe transparent und heller grün als das übrige lufthaltige Chlorophyllgewebe. So heben sich die Blattnerven scharf von dem übrigen Gewebe ab, und das wurde die Veranlassung zur Bezeichnung „Nervaturzeichnung“. Die Erscheinung ist nicht auf Spitzahorn beschränkt, sondern tritt auch an Blättern anderer Pflanzen auf, so bei der Rotbuche, bei der Eiche, bei *Acer Pseudo-Platanus*, *Tilia europaea*, *Prunus Laurocerasus*, *Carpinus Betulus*, *Populus nigra* und *Salix*. Allerdings treten nicht immer dann die Injektionen auf, wenn sie auf Grund der angewandten Konzentrationen erwartet werden können. Bei derselben Konzentration fehlen sie das eine Mal der Pflanze, während sie das andere Mal vorhanden sind. Am leichtesten und schönsten treten sie bei der Rotbuche auf. Sie reagiert am schärften auf die Säure, da die Injektionen bei ihr auch von solchen Verdünnungen hervorgerufen werden, auf die andere Pflanzen überhaupt nicht mehr reagieren.

Die Erscheinung beginnt an den Nerven und Äderchen und erstreckt sich von hier aus mehr oder weniger tief in das Mesophyll hinein, je nach der Stärke der Einwirkung. Die Säurekonzentration ist entscheidend für die Geschwindigkeit, mit welcher die Injektionen erfolgen. Meistens verstreicht ein längerer Zeitraum, ehe nach der Beräucherung die Injektionen erscheinen. Beispielsweise hatte die Säure am 5. September von 10—11½ Uhr auf einen Buchenzweig eingewirkt (durch Verdampfen von wässeriger schwefliger Säure) unter der Glocke. Darauf war der Zweig ohne Glocke, natürlich mit der Schnittfläche in Wasser tauchend,

---

1) Untersuchungen über die Einwirkung der schwefligen Säure auf die Pflanzen. Berlin 1905.

im Zimmer stehen geblieben. Am 7. Sept., 9 Uhr vorm., also nahezu nach 48 Stunden, machten sich die ersten Anzeichen von Injektionen bemerkbar. Eine Stunde später waren sie bereits deutlicher und nahmen seitdem noch erheblich zu. Am 8. Sept., 9½ Uhr vorm., waren in vielen Blättern noch starke Injektionen vorhanden, während sie in anderen schon stark vermindert oder gar verschwunden waren. An diesen Stellen waren die Blätter abgestorben. In anderen Fällen halten sich die Injektionen sehr lange. Das rührt daher, daß sich die Spaltöffnungen schließen, wenn sich die Reaktion auf die Einwirkung der Säure bemerkbar macht. Aus demselben Grunde treten die Injektionen auch dann auf, wenn die Zweige nicht mit einer Glocke bedeckt sind. Der Schluß der Spaltöffnungen wurde mit der MOLISCHschen Xylolprobe nachgewiesen, ging übrigens auch aus der Tatsache hervor, daß sich die Injektionen häufig viele Tage in den Blättern unverändert halten. Sie verschwinden erst, wenn das Blatt abstirbt und damit die Möglichkeit eines Verdunstens des Wassers gegeben ist. Gelegentlich kommen noch Fälle vor, wo die Injektionen wieder rückgängig gemacht werden, ohne daß das Blatt irgendwelchen Schaden genommen hätte. Das konnte ich an Buchenzweigen beobachten, über die 7—9 Stunden lang Säurekonzentrationen von 1 : 648 000 und 1 : 1 098 000 geleitet wurden. Bei Wiedereintreten normaler Verhältnisse in den Zellen öffneten sich die Spaltöffnungen, und das Wasser konnte verdunsten.

Die Auspressung des Wassers muß z. T. unter starkem Druck erfolgen; denn V. SCHROEDER und REUSS haben beobachtet, daß die Ausscheidung des Wassers nicht auf die Interzellularen beschränkt ist, sondern daß sie auch außen auf den Nerven auftreten. Sie bezeichnen diese Tropfen als Honigtau. Ich habe auch in manchen Fällen eine derartig starke Blutung festgestellt.

Die Ausscheidung des Wassers bei den Injektionen muß bedingt sein durch eine Veränderung des osmotischen Druckes. Wasserausscheidungen können zustande kommen 1. durch plötzliches Sinken des Turgors, 2. durch rhythmisches Sinken und Steigen des osmotischen Druckes oder 3. durch Auftreten von verschieden hohem Druck auf entgegengesetzten Seiten der Zelle. Dann wird ein Wasserstrom von der osmotisch wirksameren Seite zu der weniger wirksamen durch die Zelle hindurchgehen. In unserem Falle müßte die Seite mit dem höheren osmotischen Druck den Leitungsbahnen anliegen.

Aus einer Steigerung des osmotischen Druckes in den den Leitungsbahnen anliegenden Zellen läßt sich auch befriedigend der

Spaltenschluß erklären. Indem infolge gesteigerten osmotischen Druckes dem Transpirationsstrom größere Wassermengen entzogen werden, werden die peripher gelegenen Zellen weniger als normal mit Wasser versorgt, ihr Turgor sinkt und muß einen Schluß der Spalten bewirken. Zu Gunsten der Annahme einer Steigerung des osmotischen Druckes spricht, daß nach den Untersuchungen von KLEMM[1]) unter Einwirkung von Säuren eine starke Steigerung des osmotischen Druckes eintritt. Er ließ auf Wurzelhaare verschiedener Pflanzen Salpeter-, Schwefel-, Salz-, Chrom-, Phosphor-, Wein-, Äpfel-, Zitronen-, Oxal- und Essigsäure in Konzentrationen von ½ und 1 % einwirken. Die Vorgänge, die sich in den Zellen abspielten, konnten unter dem Mikroskop verfolgt werden. Es fand eine derartige Steigerung des Turgors statt, daß nach einiger Zeit die Zellen platzten. Das Platzen erfolgte besonders in den jüngeren Haaren und stets an der Spitze, wo sie wuchsen, also wohl an dem Orte des geringsten Widerstandes. Für schweflige Säure dürfen wir, da es sich auch um eine Säure handelt, die gleiche Wirkung annehmen. Wir dürfen ferner voraussetzen, daß sich die Blattzellen gleichsinnig mit den Wurzelzellen verhalten, um so mehr, als auch andere Umstände zu Gunsten der Annahme einer Steigerung des osmotischen Druckes sprechen.

Die Wirkung der Säuren kommt nun aber nicht dadurch zustande, daß sich die in die Zelle eindringenden Säuren mit den Zellinhaltsstoffen zu osmotisch besonders wirksamen Verbindungen vereinigen, sondern die Säuren wirken nur als Reiz, der den Anstoß gibt zu Stoffumlagerungen im Plasma. Das wird dadurch bewiesen, daß auch durch andere Stoffe die gleiche Wirkung erzielt werden kann. Es kann ja nach dem Gesagten nicht überraschen, daß auch Salzsäure und Schwefelwasserstoff die Injektionen hervorrufen, wohl aber, daß die gleiche Erscheinung auch durch Ammoniak, Äther, Chloroform, Xylol und Phenol hervorgerufen wird, wenn diese Stoffe gas- oder dampfförmig angewendet werden. Demnach kann es sich nur um eine Reizwirkung handeln.

Sind die Injektionen als Reizerscheinung aufzufassen, so war es wahrscheinlich, daß man die Blattzellen ebenso wie die Wurzelzellen durch Aufsaugen gelöster bzgl. flüssiger Stoffe zum Bluten veranlassen konnte. Ich habe deshalb eine größere Zahl geprüft. Buchenzweige wurden in Kölbchen oder Bechergläsern, in die die zu prüfenden Lösungen oder Flüssigkeiten geschüttet wurden, ge-

---

1) Desorganisationserscheinungen der Zelle. — PRINGSH. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 28, 1895, S. 658.

stellt. Es wurden geprüft: Phenol, Cresolum, aldehydschwefligsaures Natrium, 5 % Rohrzucker, 2,5 % Traubenzucker, ½ % Koffeinlösung, ½ % salzsaures Chinin, Pyridin (10 Tropfen in 100 ccm Wasser), ½ % Chlornatrium, 1 % und 2 % salpetersaures Kalium, Chlorkalium, isotonisch mit 1 % Salpeter, Kaliumbiphosphat $(K_2H_2PO_4)$ von nicht näher bestimmter höherer und geringerer Konzentration, Kleesalz und Oxalsäure. Beide letzteren in nicht näher bestimmter Konzentration; sie waren mit Rücksicht auf die Giftigkeit der Stoffe gewählt worden. Die Gefäße standen vor einem Fenster des Instituts und waren nicht bedeckt.

Injektionen blieben aus beim Phenol, Cresolum, Traubenzucker, glukoseschwefligsaurem Natrium, Koffein, salzsaurem Chinin, Pyridin, Kaliumbiphosphat, bei Oxalsäure und oxalsaurem Kalium. Vielleicht hat es nur an der gewählten Konzentration gelegen; denn, daß die Konzentration eine Rolle spielt, hat sich aus Versuchen mit aldehydschwefligsaurem Natrium und salpetersaurem Kalium mit verschiedenen Konzentrationen ergeben. Da Ammoniak z. B., wenigstens als Gas gegeben, Injektionen hervorruft, überrascht es, daß sie bei Anwendung anderer Basen ganz ausbleiben; vielleicht ist hier die Konzentration entscheidend.

Injektionen wurden ferner beobachtet an der Roßkastanie auf der Unterseite der Blätter, als die Oberseite mit Cresolum bestrichen wurde. Sehr wahrscheinlich verhalten sich verschiedene Pflanzenarten gegen denselben Stoff ungleich.

Für das Bluten der Blätter ist die Gegenwart reichlicher Mengen Wassers erforderlich. Da dies durch den Luftdruck bei abgeschnittenen Zweigen in die Blätter hineingepreßt wird, erscheinen die Injektionen meistens leicht und deutlich an den Blättern, während sie an den Blättern der Bäume ausbleiben. Daß nichtsdestoweniger auch hier eine entsprechende Einwirkung auf das Zellplasma stattgefunden hat, geht aus einigen Versuchen hervor.

V. SCHROEDER und REUSS haben folgenden Versuch angestellt: Zwei im freien Lande dicht nebeneinander stehende Spitzahornbäumchen von 81 und 70 cm Höhe wurden mittags, den 21. Juni, während 2 Stunden durch Überdecken mit einem Glaskasten in einer Luft gehalten, in welcher durch freiwilliges Abdunsten aus einer wässerigen Lösung von schwefliger Säure eine Konzentration von $^1/_{1000}$ herrschte. Injektionen waren an keinem der beiden Exemplare aufgetreten. Das eine Exemplar wurde nach Beendigung der Beräucherung hart über der Erde abgeschnitten und in ein Gefäß mit Wasser gestellt. Nach einigen

Stunden traten an diesem Exemplar Injektionen auf, die mit der Zeit zunahmen, und am folgenden Tage waren sie mit außerordentlicher Schönheit und Regelmäßigkeit hervorgetreten, während sie bei dem anderen Exemplar ausgeblieben waren. Das ungleiche Verhalten der beiden Bäumchen läßt sich wohl nur aus den Wasserverhältnissen erklären. Im allgemeinen ist also in den Leitungsbahnen der Blätter bewurzelter Bäume der Wassergehalt nicht hoch genug, damit Injektionen auftreten können; denn, wenn kein Überschuß an Wasser vorhanden ist, wird auch kein Wasserstrom durch die Zelle hindurchgehen, da das eindringende Wasser festgehalten wird. Hieraus muß man schließen, daß durch die Einwirkung der schwefligen Säure die Fähigkeit zum Bluten der Blätter beider Exemplare induziert worden ist.

Die gleiche Beobachtung habe ich an einer etwa zwanzigjährigen Freilandbuche gemacht. Ein Zweig wurde mit einer Glasglocke luftdicht bedeckt und ein Schälchen mit etwas wässeriger schwefliger Säure darunter gestellt. Die Beräucherung dauerte am 27. August 1918 von 11—11 Uhr 35 Min., dann wurde das Schälchen herausgenommen, die Glocke blieb aber über dem Zweige bis 4 Uhr 45 Min. stehen. Es waren keine Injektionen aufgetreten, die Blätter waren jedoch etwas verfärbt. Am 28. August, 9 Uhr vorm. waren auch noch Injektionen vorhanden, die Blätter hatten einen gelblichen Farbenton angenommen. Die Spaltöffnungen in der Nähe der Nerven, besonders an der Basis, waren nicht ganz geschlossen, die anderen geschlossen und blieben es auch. Als die Sonne nachher schien, zeigten nicht beräucherte Blätter desselben Baumes die Spaltöffnungen geöffnet, wenn auch mitten in den Interkostalfeldern Flecke mit geschlossenen Spaltöffnungen vorhanden waren. Um 11 Uhr wurde der Zweig für 3 Stunden verdunkelt, aber auch jetzt traten keine Injektionen auf. Am folgenden Tage um 11½ Uhr wurde ein Seitenzweig des beräucherten Zweiges abgeschnitten und im Institute in Wasser gestellt. Schon um 1 Uhr waren schwache Injektionen in einzelnen Blättern aufgetreten, die sich nicht nur den ganzen Nachmittag hielten, sondern gegen Abend noch etwas zugenommen zu haben schienen. Also auch hier wurden durch die Beräucherung in den Blättern die Bedingungen für das Bluten geschaffen, und die Störung des osmotischen Gleichgewichts in den Zellen hielt so lange an, daß das Bluten noch nach 48 Stunden erfolgen konnte.

Man wird diese Erfahrungen wohl verallgemeinern dürfen. Demnach kann das Plasma der Blattzellen durch die schweflige Säure schon beeinflußt sein, wenn sich äußerlich noch keine Veränderungen an den Blättern bemerkbar machen. So findet auch die von V. SCHROEDER und REUSS behauptete Depression der Transpiration der beräucherten Blätter, worauf sie die pflanzenschädliche Wirkung der schwefligen Säure zurückführen, eine Erklärung. Mit der Störung der normalen Wasserversorgung müssen aber auch andere Funktionen leiden und damit kann die nachteilige Wirkung der schwefligen Säure auf die Pflanzen zusammenhängen. Allerdings müßte entschieden werden, ob die Wirkungen auch erfolgen bei den im allgemeinen in den Rauchschadengebieten herrschenden Verdünnungen.

Aber darüber hinaus sind diese Versuche wertvoll, weil sie ein Licht auf die Mechanik des Blutens werfen. Wenn die Bedingungen für das Bluten nach 48 Stunden noch vorhanden sind, so kann die Ausscheidung des Wassers in die Interzellularen nicht durch Sinken des Turgors zustande kommen; denn dann würde eine nachträgliche Zufuhr von Wasser kein Bluten bewirken können. Auch von einem rhythmischen Wechsel des osmotischen Druckes kann nicht die Rede sein, da die direkte Beobachtung eine Abnahme und Wiederzunahme der Injektionen nicht erkennen läßt. Es kann deshalb das Bluten nur hervorgerufen werden durch eine einseitige Steigerung des osmotischen Druckes in den blutenden Zellen. Damit scheint mir tatsächlich der Beweis erbracht zu sein, daß das Bluten, was ich seiner Zeit als sehr wahrscheinlich hingestellt habe, dadurch zustande kommt, daß sich auf entgegengesetzten Seiten der Zelle ungleiche Druckkräfte geltend machen[1].

Auch wird man nach diesen Erfahrungen mit einem gewissen Maß von Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, daß bei den blutenden Zweigen, die mit den Blättern in das Wasser tauchen, das Bluten bereits in den letzteren selbst vor sich geht. Man müßte dann annehmen, daß die Veränderung der Existenzbedingungen als Reiz wirkt.

Aachen, Botan. Institut, November 1920.

---

1) Der Vollständigkeit halber will ich erwähnen, daß 1914 NEGER und LAKON (Studien über den Einfluß von Abgasen auf die Lebensfunktionen der Bäume. — Mitteilungen aus der Sächs. forstl. Versuchsanstalt zu Tharandt. Bd. I. Heft 3) auch den „Injektionen" einige Seiten gewidmet haben, ohne damit etwas neues zur Frage beigesteuert zu haben, so daß sich ein Eingehen darauf erübrigt.

9. Hans Molisch: Über eine auffallende Farbenänderung einer Blüte durch Wassertropfen und Kohlensäure.

(Eingegangen am 10. November 1920.)

Als ich am 5. September 1920, einem regnerischen Tage, die violetten Blüten der vor meinem Arbeitszimmer am Fensterbrett kultivierten *Ipomoea purpurea* (L.) Lam.[1]) genauer betrachtete, fiel mir auf, daß unter jedem Regentröpfchen, das auf der schwer benetzbaren Blumenkrone lag, die betreffende Stelle, und zwar genau im Ausmaße des Tropfenareals, rot gefärbt war. Dies erregte meine Aufmerksamkeit in hohem Grade, denn daß eine Blütenfarbe sich infolge eines Regentropfens ändert, erscheint nach allen unseren Erfahrungen geradezu paradox.

Bevor ich näher auf diese höchst auffallende Erscheinung eingehe, sei zuvor folgendes bemerkt. Die Farbe der Blumenkrone der von mir gezogenen Rasse war blauviolett und erst, wenn die bekanntlich ephemere Blüte sich dem Abschluß der Anthese nähert oder sich zum Einrollen rüstet, schlägt nach und nach die blauviolette Farbe in eine rötlichviolette um. Die Blütendauer ist je nach der Witterung verschieden lang. An heißen August- und Septembertagen bei einer Temperatur von etwa 24 ° C. schließen sich die Blüten manchmal schon zu Mittag, an kühlen September- oder Oktobertagen bei einer Temperatur von 13—15 ° C. hingegen erst gegen 7 Uhr abends, wenn es schon finster ist, bei noch niederer Temperatur zuweilen erst am nächsten Tage. Dem Schließen geht immer die spontane Verfärbung von Blauviolett in Rotviolett oder, wie ich von jetzt an der Kürze halber sagen werde, von Blau in Rot voran.

---

[1]) Der Name dieser sehr verbreiteten Gartenwinde lautet verschieden. Auf meine Anfrage, wie denn eigentlich meine Pflanze korrekt zu benennen sei, hatte mein verehrter Kollege, Herr Prof. Dr. R. v. WETTSTEIN, die Güte, wofür ich ihm herzlichst danke, folgendes zu schreiben: „Deine Pflanze ist sicher das, was in ENGLER-PRANTL und den meisten andern Büchern als *Pharbitis hispida* Chois. angeführt ist. Sie ist andererseits sicher identisch mit *Convolvulus purpureus* L. Der Name „*purpureus*“ wurde nur nach der Versetzung der Art in die Gattung *Pharbitis* geändert, so daß auch als *Pharbitis* die Pflanze *Ph purpurea* (L.) Aschers. zu heißen hätte. Nun habe ich bei Bearbeitung der Convolvulaceen für mein Handbuch die Überzeugung gewonnen, daß die Abtrennung von *Pharbitis* von *Ipomoea* ganz künstlich und nicht haltbar ist. Darum habe ich die Pflanze als *Ipomoea purpurea* aufgenommen. Diesen Namen hat schon viel früher LAMARCK der Pflanze gegeben. Sie hat also richtig *Ipomoea purpurea* (L.) Lam. zu heißen.“

Die Temperatur ist für den Zeitpunkt des Eintrittes der Farbenwandlung von großer Bedeutung, denn wenn man zwei gleichalte Blüten verschiedener Temperatur aussetzt, die eine einer von 24, die andere, unter sonst gleichen Bedingungen, einer von 11 °, so behält die letztere mehrere Stunden länger ihre blaue Farbe im Gegensatz zur anderen.

Daß die Temperatur auf die durch Anthokyan hervorgerufene Blütenfarbe einen Einfluß ausüben kann, geht bereits aus einer früheren Beobachtung von mir und HILDEBRAND hervor.

In Gärtnereien wird häufig eine *Myosotis*-Art unter dem Namen *M. dissitiflora* (Perfektion) gezogen, die während des Winters im Gewächshause zur Blüte gelangt. Vor Jahren habe ich die Beobachtung gemacht, daß die Blüten dieser Pflanze verschieden gefärbt erscheinen, je nachdem sie bei niederer (5—7 ° C.) oder höherer (15 ° C.) Temperatur gezogen wird[1]). Eine ähnliche Wahrnehmung machte HILDEBRAND[2]) an den Blüten von *Ipomoea Leari*, die gewöhnlich eine dunkelviolette Farbe haben. Sinkt jedoch die Temperatur im September bis auf 2 ° C., so nehmen sie statt der dunkelvioletten eine rotviolette, manchmal eine rosenrote Farbe an, wie sie sich sonst an den sich schließenden Blüten einstellt. Ein ähnliches Verhalten zeigen die Blüten von *I. rubrocoerulea*. Diese erscheinen bei höherer Temperatur himmelblau, bei niederer jedoch violettrot. — —

Die Blüten meiner Versuchspflanze verhielten sich ähnlich, denn während sie im heißen Sommer vormittags dunkelviolett waren, waren sie in den kühlen Oktobertagen (bei 5—10 °) rotviolett.

Interessante einschlägige Beobachtungen über den Einfluß der Temperatur auf die Farbenwandlung der Blüten von *Erodium gruinum* und *E. ciconium* verdanken wir FITTING[3]). Er fand, daß die Blüten der beiden genannten *Erodium*-Arten bei Erwärmung in sehr auffallender Weise ihre Farbe ändern. Bei niederer Temperatur (bis etwa 20 ° C.) erscheinen sie blau, bei höherer weinrot, rosa, endlich in sehr hoher fast farblos. Die Farbenwandlung ist reversibel.

---

[1]) MOLISCH, H., Über amorphes und kristallisiertes Anthokyan. Botan. Ztg. 1905, p 161.

[2]) HILDEBRAND, F., Einige biologische Beobachtungen. Berichte d. Deutsch. Botan. Ges. 1904, S. 473.

[3]) FITTING, H., Über eigenartige Farbänderungen von Blüten u. Blütenfarbstoffen. Zeitschr. f. Bot. 1912, S. 81.

Obwohl FITTING bei anderen blauen, violetten oder roten Blüten niemals solche Farbenänderungen durch Erwärmung beobachten konnte, war es ihm aber möglich, darzutun, daß die Extrakte vieler solcher Blüten auffallende reversible Farbenwandlungen zeigen, z. B. Auszüge vieler Arten von *Erodium*, *Geranium*, von *Iris bohemica*, *Viola hortensis*, *Salvia pratensis*, *Lupinus*, *Azalea* und von anderen. Er hat damit auch eine ältere Beobachtung von MOLISCH[1]) über die Farbenwandlung der Extrakte von Blüten des Stiefmütterchens und der Laubblätter des Rotkrautes in weiterem Umfange bestätigt.

Ausführliche Angaben über das Verhalten verschiedener Anthokyanextrakte besonders in Beziehung zur Temperatur verdanken wir PORTHEIM[2]).

Kehren wir nun wieder zu unserer ursprünglichen Beobachtung zurück. Zunächst vergewisserte ich mich, daß alle Blüten, die mit Regentröpfchen besetzt waren — ich zählte etwa 50 —, an den benetzten Stellen rot gefärbt waren. Mein erster Gedanke war, daß es nicht das Wasser an und für sich, sondern vielleicht Spuren darin gelöster Rauchgase waren, die die Farbenwandlung veranlaßten. Um diesen Gedanken zu prüfen, tropfte ich auf abgepflückte Blüten, die ich ins Gewächshaus nahm und ins Wasser stellte, sehr kleine Tröpfchen von destilliertem Wasser. Schon nach einer halben Stunde begann sich die Farbenwandlung nach Rot einzustellen und nach 1 Stunde war sie überaus deutlich. Je kleiner die Tröpfchen, desto rascher die Rötung.

Auch Tröpfchen des Wiener Hochquellwassers rufen Rötung hervor, jedoch viel langsamer als dest. Wasser. Der Grund davon dürfte wohl in der schwach alkalischen Reaktion des Leitungswassers liegen, die durch gelöste Karbonate, namentlich die des Kalkes bedingt ist. — —

Als ich ganz frisch bereitetes dest. Wasser zum Versuche verwendete, war der Erfolg derselbe, die Rötung konnte also nicht von Rauchgasen oder Laboratoriumsluft herrühren.

---

[1]) MOLISCH, H., Über den Farbenwechsel anthokyanhältiger Blätter bei rasch eintretendem Tode. Botan. Ztg. 1889, p. 19, Fußnote.

[2]) PORTHEIM, L. v., Über den Einfluß von Temperatur und Licht auf die Färbung des Anthokyans. Dankschr. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien. 91. Bd. 1915. p. 499.

Da der Farbenumschlag von Blau in Rot auf eine Säurewirkung hinwies, so konnte die im Wasser gelöste Kohlensäure die Ursache sein. Ich machte daher den Versuch mit ausgekochten dest. Wasser. Tröpfchen solchen dest. Wassers, das in kohlensäurefreiem Raume abgekühlt wurde, wurden auf die blaue Blumenkrone rasch aufgetropft und die Blüte dann sofort unter eine unten abgeschliffene, kleine Glasglocke gebracht, deren Innenraum durch ein Schälchen mit konzentrierter wässeriger Kalilauge kohlensäurefrei erhalten wurde. Unter diesen Verhältnissen wurde die Rotfärbung durch die Wassertröpfchen nicht oder nur spurenweise hervorgerufen, erst wenn die Korolle sich gegen Schluß der Anthese allgemein spontan verfärbte, machte sich auch unter den Wassertropfen die Rotfärbung geltend.

Dieser Versuch legt den Schluß nahe, daß unter gewöhnlichen Umständen tatsächlich die im Wasser gelöste Kohlensäure, außerdem noch verstärkt durch die Atmungskohlensäure, die durch den auf dem Gewebe aufliegenden Tropfen am Austritt gehindert und infolgedessen in den Zellen angehäuft wird, die Ursache der Farbenwandlung ist.

Bekanntlich enthält unter gewöhnlichen Verhältnissen bei normaler Temperatur die Volumseinheit Wasser mehr Kohlensäure als die Volumseinheit Luft. Das Regenwasser absorbiert bei mittlerer Temperatur und mittlerem Barometerstand etwa 8 Volumprozente Luft, die aus 34 pCt. Sauerstoff, 64 pCt. Stickstoff und 2 pCt. Kohlensäure besteht.

Dazu kommt, daß, wie bereits bemerkt, der Austritt der von der Zelle durch Atmung gebildeten Kohlensäure durch den Tropfen erschwert wird. Beide Umstände führen zu einer Steigerung des Kohlensäuregehaltes in der Zelle, vermehren ihre Azidität und diese verursacht den Farbenumschlag des im Zellsaft befindlichen Farbstoffs.

Wenn diese Erklärung richtig ist, dann müßte die Farbenänderung auch eintreten, wenn eine blaue *Ipomoea*-Blüte in Luft gebracht wird, die mehr Kohlensäure enthält als die normale Luft.

Um darüber ins Klare zu kommen, wurde Kohlensäure, die aus Marmor in einem KIPPschen Apparat entwickelt und durch zwei Waschflaschen gereinigt wurde, schließlich so lange in einen ERLENMEYER-Kolben geleitet, daß die Luft darin etwa 10 pCt. Kohlensäure enthielt. Wurde eine blaue *Ipomoea*-Blüte in eine solche Luft gebracht, so verfärbte sie sich in der überraschend kurzen Zeit von 1—2 Minuten in Rot.

Hat man keinen KIPPschen Apparat, so kann man denselben Effekt mit der eigenen Atmungsluft ausführen. Ich gebe in einen etwa 250 cm^3 fassenden Kolben eine blaue *Ipomoea*-Blüte, blase nach tiefem Atemholen die Luft eines einmaligen Exspiriums ein und verschließe mit einem Korkstöpsel. Dann schlägt vor den Augen des Beobachters die Farbe innerhalb 2—4 Minuten in Rot um. Nach HAMMARSTEN (Physiologische Chemie, 7. Aufl. 1910, S. 11[1]) enthält die ausgeatmete Luft des Menschen im Durchschnitt 4·38 pCt. Kohlensäure, wir müssen also annehmen, daß schon bei dieser Konzentration die Rotfärbung eintritt.

Der Versuch ist umkehrbar. Bringt man die schon rot gewordene Blüte aus der Atemluft heraus und bringt sie in gewöhnliche atmosphärische Luft, so nimmt sie in wenigen Minuten ihre ursprüngliche blaue Farbe wieder an. Dieser überraschende Versuch, der mit der Sicherheit eines bewährten physikalischen oder chemischen Experimentes gelingt und der sich auch deshalb für die Demonstration im Praktikum ausgezeichnet eignet, beansprucht mehrfaches Interesse, denn

1. zeigt er, daß man durch eine kleine Erhöhung des Kohlensäuregehaltes der Luft vital eine Farbenwandlung der Blüte hervorrufen kann,
2. lehrt er, daß das Anthokyan unserer Blüte auf Kohlensäure in höchst empfindlicher Weise durch einen Farbenumschlag reagiert, und
3. zeigt er, daß die Kohlensäure ungemein rasch und leicht in die Korolle eindringt, obwohl Spaltöffnungen hier nicht vorkommen. Die Kohlensäure muß demnach, da sich der Farbenumschlag im Zellsaft, wo der Anthokyanfarbstoff gelöst vorkommt, vollzieht, nicht nur die Kutikula und die übrige Zellhaut, sondern auch das Plasma spielend leicht durchdringen. Dies gilt nicht bloß für den Ein-, sondern auch für den Austritt des Gases. —

Ich habe bisher keine andere Pflanze gefunden, deren anthokyanführende Blüten eine solche, unter den geschilderten Verhältnissen eintretende Farbenwandlung zeigen. Niemals gelang mir der Tropfenversuch mit *Tradescantia virginica*, *Aster* sp., *Myosotis palustris*, *Centaurea cyanus*, *Campanula trachelium* oder anderen blauen oder violetten Blüten. Es ist aber möglich, daß sich die Erscheinung auch noch bei anderen Pflanzen vorfindet, am ehesten in der Familie der Convolvulaceen. Wenn wir bedenken, daß die Anthokyane von sehr verschiedener Art sind und in der Pflanze in verschiedener Bindung vorkommen, so finden wir es erklärlich, daß sich unter ihnen Besonderheiten zeigen und es unter ihnen auch eines gibt, das schon intra vitam durch die im Wasser gelöste Kohlensäure verändert wird. Und das ist eben bei *Ipomoea purpurea* der Fall.

---

[1] Zitiert nach FITTING, H., Untersuchungen über die vorzeitige Entblätterung von Blüten. Jahrb. f. wiss. Botan., 49. Bd. (1911), p. 200.

Paul-Magnus-Heft.

Sitzung vom 25. Februar 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Der Vorsitzende teilt mit, daß am 4. April 1917 unser langjähriges Mitglied Dr. med.

H. Becker

in **Grahamstown** (Süd-Afrika), und am 21. Februar 1921 Fräulein Dr.

Luise von Graevenitz,

Assistentin am Institut für Vererbungsforschung der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, in **Potsdam** gestorben sind.

Zu Ehren der Verstorbenen erheben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Fehér, Dr. phil. **Daniel** in **Sopron** (Ungarn) (durch H. MOLISCH und W. FIGDOR),

Tsujimura, Dr. **I.** in **Hakone-Yumoto** (Japan) (durch O. APPEL und W. WÄCHTER),

Limpricht, Dr. **W.,** Oberlehrer in **Berlin SW. 68,** Junkerstr. 7 (durch L. DIELS und H. HARMS) und Fräulein

Christiansen, Marie in **Hamburg 36,** Institut für allgemeine Botanik (durch HANS WINKLER und R. STOPPEL).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Yamaguchi, Dr. **Yasuke** in **Kuroshiki,** Okayama,

Schmidt, Dr. **Karl** in **Karlsruhe,**

Béguinot, Dr. **Augusto** in **Padua.**

Ferner macht der Vorsitzende die Mitteilung, daß unser Verleger, Herr Dr. R. THOST, der Gesellschaft zum Andenken an seinen im Kriege gefallenen einzigen Sohn ein Kapital von vorläufig 10 000 M. überwiesen hat, das als CARL-HEINZ-THOST-Stiftung besonders verwaltet werden soll und dessen Zinsen zur Förderung wissenschaftlicher Untersuchungen verbraucht werden sollen. Der Vorstand hat die Stiftung mit Dank angenommen.

Die nächste Sitzung findet des Charfreitags wegen am Donnerstag, den 24. März statt.

Mitteilungen.

10. Hermann Cammerloher: Blütenbiologische Beobachtungen an Loranthus europaeus Jacq.

(Aus dem botanischen Institut der Universität Innsbruck.)

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 10. November 1920. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Anläßlich der Beobachtungen und Untersuchungen der Bestäubungsvorgänge bei *Viscum album* L., die Herr Hofrat Professor Dr. E. HEINRICHER im Frühjahr 1920 anstellte, veranlaßte er mich, meine Aufmerksamkeit den blütenbiologischen Einrichtungen der Eichenmistel (*Loranthus europaeus* Jacq.) zuzuwenden. Der glückliche Umstand, daß im hiesigen botanischen Garten zwei junge Eichen mit einer Anzahl von *Loranthus*-Büschen besetzt sind, die Ende Mai und anfangs Juni dieses Jahres reichlich Blüten ansetzten, sowie die gerade um diese Zeit herrschende günstige Witterung förderten wesentlich meine Untersuchungen.

Die Gattung *Loranthus* war wiederholt Gegenstand blütenbiologischer Untersuchungen; namentlich wurden tropische Arten von VOLKENS[1]), EVANS[1]), WERTH[1]), DELPINO[1]) und THOMSON[1]) eingehend untersucht und durchwegs als vogelblütig erkannt, während der Bestäubungsvorgang bei unserer einheimischen Art, *Loranthus europaeus*, bis jetzt ungeklärt geblieben ist. Die einzige Angabe, die man in gewissem Sinne auch auf *L. europaeus* beziehen kann, macht ENGLER[2]), indem er sagt: „Die Bestäubung erfolgt bei den zahlreichen *L.* mit eingeschlechtlichen Bl. offenbar durch den Wind, ...“ Und weiter unten heißt es: „Wie es mit den Nektarien bei den *L.* steht, ist vorläufig noch wenig bekannt; . . .“ Andere Angaben, die nur die Bestäubung von *L. europaeus* betreffen, sind mir nicht bekannt.

Bevor ich nun näher auf meine eigenen Beobachtungen eingehe, möchte ich nur kurz erst den Aufbau der Blüte besprechen. Die kleinen Blüten sind durch das jeweilige Fehlschlagen des

---

1) Siehe KNUTH, P., Handbuch der Blütenbiologie, Bd. III/1, S. 254.

2) ENGLER, A., Bearbeitung der Loranthaceen in ENGLER und PRANTL, die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. III/1, S. 173.

einen Geschlechts zweihäusig. Die Zahl der Blütenblätter ist eine wechselnde; am häufigsten tritt die Sechszahl auf, aber auch vier- und fünfzählige Blüten konnte ich in beiden Geschlechtern wiederholt beobachten. Die männlichen Blüten, die etwas größer sind als die weiblichen, zeigen dann eine gleiche Zahl vor den Blütenblättern stehender Staubgefäße. Diese sind in den weiblichen Blüten als Staminodien vorhanden. HEGI[1]) drückt sich über die Anheftung der Staubblätter und Staminodien etwas unklar aus, wenn er sie als „vor denselben stehend und am unteren Teile eingefügt" bezeichnet. Ebenso unklar oder vielmehr nicht zutreffend sind die beiden, diese „Einfügung" anschaulich machenden Zeichnungen (Fig. 513 d und h). Diese erwecken den Anschein, als ob das Blütenblatt eine Rinne bilden würde, in der der Staubfaden oder das Staminodium eingebettet liegt. Die Blütenblätter sind vielmehr im voll erblühten Zustand ganz flach, also ohne eingerollte Ränder und die Staubfäden — in den weiblichen Blüten die Staminodien — sind eine Strecke weit, ungefähr zwei Drittel ihrer Länge, mit jenen verwachsen.

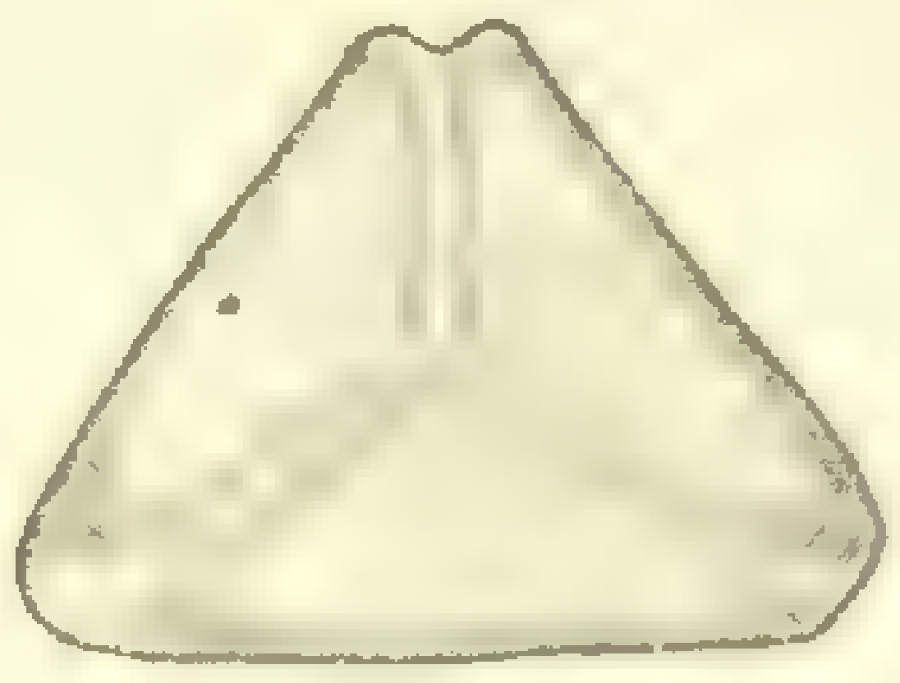


Abb. 1. Pollenkorn von *Loranthus europaeus.* Frisch der Blüte entnommen. Vergr. 710.

Der Fruchtknoten ist unterständig und trägt einen einfachen geraden Griffel mit kopfiger Narbe. Am Rande des Fruchtknotens führt ringsum ein Saum, calyculus, der vielfach als Kelch, oft als eine Achsenwucherung gedeutet wurde. Die Farbe der Blüten ist ein nicht sehr auffälliges Gelbgrün.

Der aus der oben wiedergegebenen Stelle abzuleitenden Ansicht ENGLERs, daß alle zweihäusigen Loranthaceen windblütig seien, kann ich, soweit es sich um *Loranthus europaeus* handelt, nicht beipflichten. Schon die Art der Blütenstaubentleerung spricht gegen die Windblütigkeit, denn der Pollen ist klebrig und die dreieckigen Pollenkörner (Abb. 1) hängen zusammen und haften in Ballen an den Rändern der aufgerissenen Staubbeutel.

---

1) HEGI, G., Jllustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. III, S. 160.

Die Blütezeit ist von kurzer Dauer; meist schon 24 Stunden nach der vollen Eröffnung der Blüte fällt diese als Ganzes ab und ich konnte dann jedesmal noch verhältnismäßig reichlich Pollen in Klümpchen in ihr auffinden, der auch an sehr stürmischen Tagen, wie es gerade einige zurzeit meiner Beobachtungen gab, nicht durch den Wind aus der Blüte vertragen wurde. Auch ist weder die Pollenmenge eine sehr große, noch übertrifft die Zahl der männlichen Blüten die der weiblichen gleich alter Sträucher. Die Farbe der Blüte ist wohl, wie schon erwähnt, keine sehr auffällige; doch sichert immerhin die gelblichgrüne Färbung der Blütenblätter auch für das menschliche Auge eine gewisse Sinnfälligkeit, die in den größeren männlichen Blüten noch durch das Elfenbeinweiß der Antheren einigermaßen erhöht wird. Ich möchte die Blüten von *L. europaeus* ihrer Färbung wegen mit denen von *Bryonia* vergleichen. Auch diese zeigen ein dem menschlichen Auge nicht sehr auffälliges Grüngelb, das durch den grünen Hintergrund der Laubblätter mehr verdeckt als gehoben wird und trotzdem ist bei *Bryonia* schon nach dem Erblühen der ersten Blüten der Besuch durch die *Andrena florea* ein überaus eifriger.

Während der ganzen Zeit meiner Beobachtungen (26. Mai bis 10. Juni) konnte ich an schönen Tagen reichlichen Insektenbesuch feststellen. Die Besucher waren verschiedene Fliegen, ferner kleine rote Ameisen (Aphaenogaster spec.) und zwei Apiden (Halictus-spec. und Colletes spec.[1]). Alle die vorerwähnten Insekten traf ich zu wiederholten Malen an den Blüten und zwar sowohl an den weiblichen wie an den männlichen saugend an. Und doch muß ich in der Art ihres Blütenbesuches einen Unterschied machen. Die Fliegen zähle ich mehr zu den zufälligen Besuchern. Sie umflogen die von der Sonne beschienenen *Loranthus*-Büsche und sonnten sich gerne auf den glänzenden Blättern. Von hier krochen sie dann anscheinend ziellos auf den Blättern und Zweigen umher und, wenn sie zufällig auf ihrem Weg eine Blüte antrafen, senkten sie wohl auch suchend den Rüssel in diese und vermittelten dabei wohl oft die Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe. Zielbewußter war die Tätigkeit der Ameisen. Diese erweckten unbedingt den Anschein, als ob die Blüten das Ziel wären, dem sie zustrebten und, wenn sie in eine Blüte krochen, verblieben sie immer eine geraume Zeit in derselben. Ob aber ihre Tätigkeit in der Blüte auch für die Pflanze von Nutzen ist, bleibt doch zweifelhaft. Bei der Kleinheit der Blüten kommen die Ameisen, wie ich beobachten konnte, wohl regelmäßig mit den Staubblättern oder mit der Narbe in Berührung, doch ist es nicht sehr wahrscheinlich daß eine Ameise, die z. B. gerade eine männliche Blüte besucht hat und wohl auch mit Pollen beladen ist, späterhin auch wirklich einen weiblichen *Loranthus*-Busch besucht. Bei den Büschen, die im hiesigen botanischen Garten gezogen werden, wäre ein Besuch beider Geschlechter immerhin möglich, da die *Loranthus*-Büsche ziemlich dicht gedrängt und zwar männliche und weibliche untermischt an den jungen Eichenbäumchen stehen,

---

[1] Für die Bestimmung der Insekten bin ich Herrn Dr. CARL LEHNHOFER (Assistent am zoolog. Institut, Innsbruck) zu größtem Dank verpflichtet.

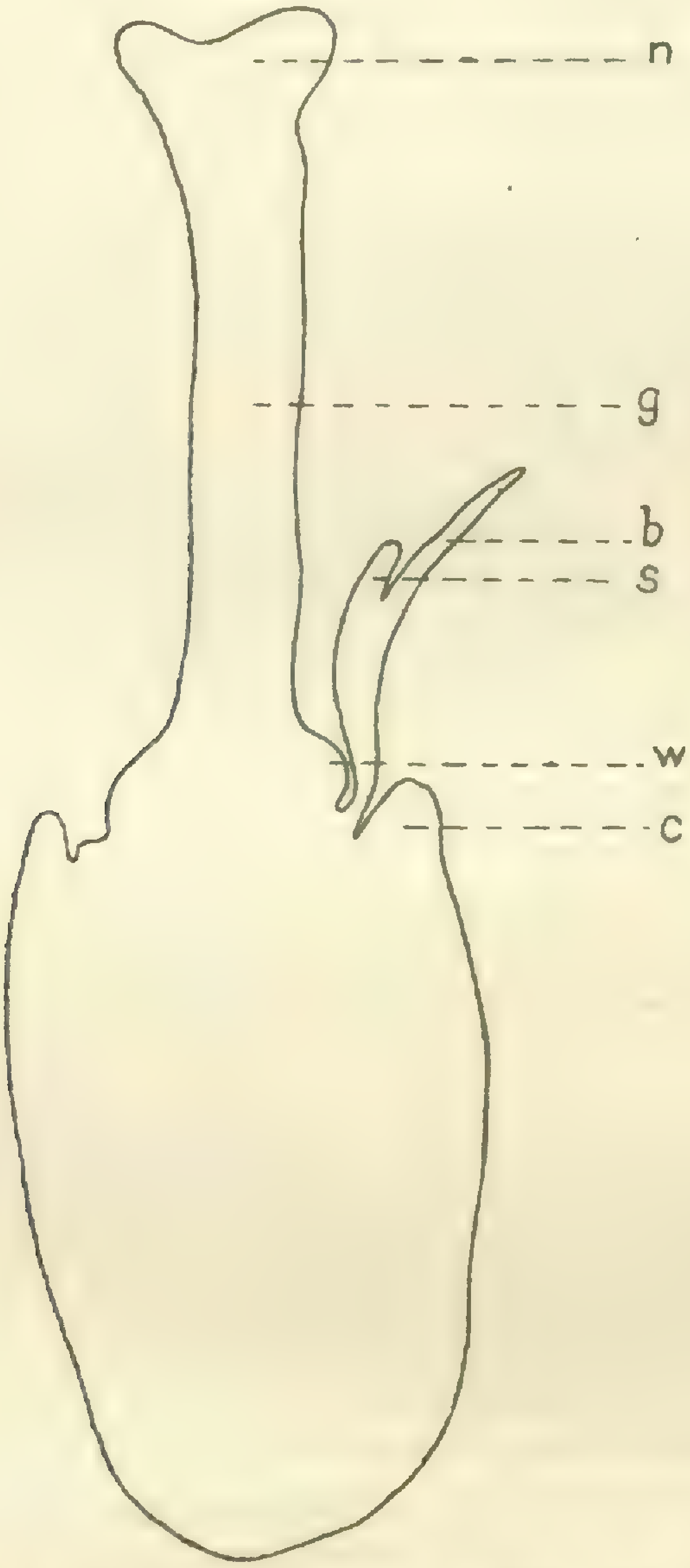


Abb. 2. Längsschnitt durch eine weibliche Blüte von *Loranthus europaeus*. n = Narbe; g = Griffel; b = Teil eines Blütenblattes; s = Teil eines Staminodiums; w = nektarabsondernder Wulst; c = calyculus. Vergr. ungefähr 24.

doch wäre es wohl ein besonderer Zufall, wenn ein derartiger Besuch auch an in der Natur freilebenden Büschen erfolgte. Halictus dagegen scheint mir unbedingt der ausschlaggebendste Bestäuber zu sein. In hastigem Flug flog er von einem Busch zum andern und immer führte sein Weg pfeilgerade zu einer Blüte, von der er nach längerem oder kürzerem Verweilen aufflog, um sofort eine andere Blüte aufzusuchen. In dieser Weise wurden männliche Blüten ebenso wie weibliche und zwar, wie ich genau verfolgen konnte, vom selben Tier besucht. Nie setzte er sich den Fliegen gleich auf die besonnten Blätter, um zu rasten, oder kroch an den Zweigen umher; sein Ziel waren lediglich die Blüten.

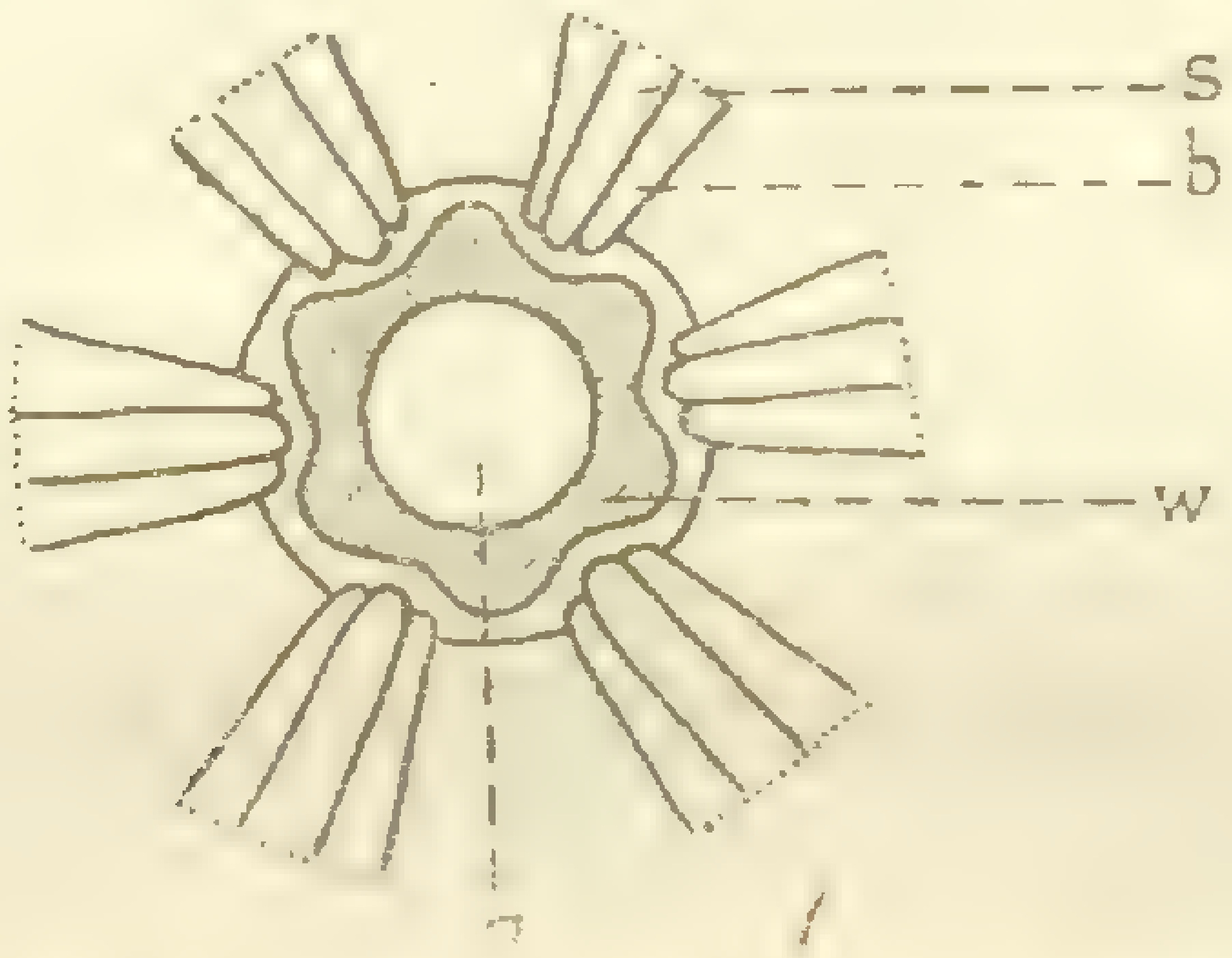


Abb. 3. Schematisierte Ansicht einer weiblichen Blüte von oben; nach einem Lupenpräparat. Bezeichnungen wie in Abb. 2.

Colletes fand ich nur ein oder zweimal an den Blüten beschäftigt, wobei er normal die Blüten besuchte und auch eine Bestäubung vermitteln konnte.

Noch eine andere Beobachtung möchte ich als Beweis für einen erfolgreichen Blütenbesuch anführen. Ich fand zweimal an der Narbe zweier verschiedener weiblicher Blüten außer reichlich vorhandenem *Loranthus*pollen, der ja an der Gestalt leicht zu erkennen ist, große fremde Pollenkörner von kugeliger Gestalt und mit Stacheln besetzt, gleich denen vieler Malvaceen, also Blütenstaub, der schon nach seiner äußeren Beschaffenheit als einer insektenblütigen Blüte zugehörig erkenntlich ist und sicher nur durch Insekten auf die Narbe einer *Loranthus*blüte gelangte.

Sowohl die männliche wie die weibliche Blüte bietet ihren Besuchern Honig dar, der am Grunde der Blüte abgesondert wird. Ich fand Honig fast regelmäßig in den Blüten, vor allem aber in den Morgenstunden, wo oft der ganze Blütengrund mit Honig erfüllt war. Die Menge war da jedenfalls so reichlich, daß schon der Geschmack ein sicheres Urteil über die Beschaffenheit der

Flüssigkeit zuließ. Der Griffel wird an seiner Basis von einer drüsigen Scheibe umgeben, die den Raumverhältnissen entsprechend sechslappig (bei vier- oder fünfzähligen Blüten vier- oder fünflappig) ist (Abb. 2 und 3) und als Nektarium fungiert.

Die Länge der Blütenblätter beträgt bei den männlichen Blüten ungefähr 4 mm, bei den weiblichen Blüten ungefähr 3 mm; ihre Breite ist an der breitesten Stelle beiläufig 1 mm. Da die Blütenblätter bei voll eröffneten Blüten fast flach liegen, ist der Honig Insekten mit sehr kurzem Rüssel zugänglich. Daraus ergibt sich, daß die Blüten von *L. europaeus* an einen gemischten Besucherkreis kurzrüsseliger Insekten angepaßt sind und vielleicht auch noch von anderen, als den von mir beobachteten Insekten besucht werden.

Geruch scheint den Blüten zu fehlen; ich konnte wenigstens nie einen wahrnehmen[1]).

Ähnliche diskusartige Bildungen kommen bei einer Reihe andrer, zum Teil tropischer *Loranthus*arten vor, wie ich aus den Abbildungen der Flora Javae[2]) sehen konnte. Auch DE CANDOLLE[3]) gibt Bilder dieser Diskusschwielen bei einigen *Loranthus*arten. Ob sie bei diesen gleichfalls die Bedeutung von Nektarien haben, ist aus dem Text nicht zu ersehen, aber fast als wahrscheinlich anzunehmen. Bei *L. Ehlersii* Schwfrth. jedenfalls hat VOLKENS[4]) gefunden, daß der Honig von vier kleinen Höckerchen, die an der Basis des Griffels liegen und die Ausstülpungen eines fleischigen Ringes darstellen, ausgeschieden wird.

---

[1]) Damit will ich aber keinesfalls das Vorhandensein eines geringen Duftes verneinen, der dem Insekte wohl wahrnehmbar sein kann, dem groben menschlichen Geruchsinn aber entgeht. Bei vielen Insektenblumen erfolgt die Anlockung der Insekten auf die Entfernung wohl in erster Linie durch den Schauapparat der Blüte, während der Geruch, der dann vielleicht nicht Blütenduft sondern Honigduft ist, als Weiser dient, ob derzeit Honig in der Blüte vorhanden ist oder nicht. Beobachtet man z. B. die Tätigkeit der Honigbienen an Bohnenblüten, die für unsern Geruchsinn duftlos sind und bei denen der Honig vollkommen geborgen liegt, so kann man sehen, wie Bienen einzelne vollkommen entwickelte Blüten zwar anfliegen, aber, ohne sich darauf niederzulassen, eine andre Blüte aufsuchen. Jedenfalls sagt ihnen ihr Geruchsinn, daß diese Blüten derzeit ohne Honig sind, weshalb deren Besuch für sie auch zwecklos wäre.

[2]) BLUME, C. L., Flora Javae nec non insularum adjacentium, fasc 34, 35, 40, 41, Bruxelles, 1829—30.

[3]) DE CANDOLLE, A., Mémoire sur la famille des Loranthacées, Paris 1830.

[4]) VOLKENS, G., Über die Bestäubung einiger Loranthaceen und Proteaceen, SCHWENDENER-Festschrift, Berlin, BORNTRAEGER 1899, S. 254.

Der anatomische Bau des Nektariums bei *L. europaeus* bietet keinerlei Besonderheiten. Die Oberhaut desselben besteht aus Zellen, die in radialer Richtung gestreckt und mit einer dünnen Kutikula überzogen sind. Der Nektar diffundiert durch die Membranen und tritt unter Zerreißung der feinen Kutikula nach außen.

Innsbruck, im Juli 1920.

11. A. Ursprung und G. Blum: Zur Kenntnis der Saugkraft IV.

Die Absorptionszone der Wurzel. Der Endodermissprung.

(Eingegangen am 15. November 1920. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Wie JOST[1]) schreibt, „wird das von den Wurzelhaaren aufgenommene Wasser nach dem Zentrum der Wurzel wandern können, wenn dort der Zellsaft konzentrierter ist, und es wird sich so lange dorthin bewegen, bis in allen Zellen des Wurzelquerschnittes gleicher osmotischer Druck herrscht“. Ersetzen wir die unrichtigen[2]) Ausdrücke „Konzentration des Zellsaftes“ und „osmotischer Druck“ durch „Saugkraft“, so gibt uns der Satz die geläufige Vorstellung vom Wassertransport durch die Absorptionszone. Die Zunahme der Saugkraft von den Wurzelhaaren bis zu den Gefäßen war jedoch eine bloße Vermutung, bis es uns vor kurzem gelang[3]), die ersten Belege beizubringen. Allein diese Messungen waren noch spärlich und bewegten sich nur innerhalb der Wurzelrinde; wir haben sie daher in dieser Mitteilung wieder aufgenommen und von der Epidermis bis zu den toten Leitbahnen durchgeführt.

Versuche.

Methodik wie früher[3]), nur trat an Stelle des ABBEschen Zeichnungsapparates eine von uns konstruierte Modifikation des EDINGERschen mit Wasserkühlung, in welchem (nach Kontrollvers.)

---

1) JOST, Pflanzenphysiologie. 3. Aufl., p. 70.

2) URSPRUNG u. BLUM, Dürfen wir die Ausdrücke etc., Biolog. Zentralblatt **40**, p 193.

3) URSPRUNG u. BLUM, Zur Kenntnis d. Saugkraft II. Diese Berichte 1918, p. 599.

während des Zeichnens weder Licht noch Wärme das Resultat störten. Vergr. 810- und 1300fach, je nach Größe der Zelle. Untersucht wurden Seitenwurzeln 1. Ordg. (selten Hauptwurzeln) von *Vicia faba* und *Phaseolus vulgaris* in der Absorptionszone (selten in älteren Partien) an radialen, durch das Hadrom geführten Längsschnitten. Versuchs (Zeichnungs + Messungs —) fehler bei der Flächenmessung im Max. 1—2 %. In Rohrzucker war der Gleichgewichtszustand nach 20—30 Min. erreicht; die Schnitte blieben daher mindestens 30 Min. in der Lösung.

Versuchspflanzen. *Phaseolus vulg.* 1: in feuchten Sägespänen kultiviert. Sproß 8 cm lg., blattlos. Seitenwurz. 1. Ordg. 4—5 cm lg., 1—1,5 cm hinter Spitze unters. *Phas. vulg.* 2: feuchte Sägesp., Sproß 18 cm lg., Primärb. u. 2 kleine Laubb. Seitenwurz. 1. Ordg. 10 cm lg., 1 cm hinter Spitze untersucht. *Phas. vulg.* 3: trockenere Sägesp., Blätter noch turgeszent. Topf mit 3 Pflanzen, deren Seitenwurz. zu Vorvers. dienten. Sproß je 15 cm lg., Primärb. u. 2 Laubb., Seitenwurz. 1 Ordg. 10 cm lg., 1 cm hinter Spitze unters. *Phas. vulg.* 4: Sägesp., Vorvers. mit Seitenwurz. 1. Ordg. *Phas. vulg.* 5: feuchte Sägesp., Sproß 8 cm lg., blattlos. Seitenwurz. 1. Ordg. 10 cm lg., 6 mm hinter Spitze unters. *Phas. vulg.* 6: feuchte Sägesp., Sproß 20 cm lg., Primärb. und 2 kleine Laubb., Seitenwurz. 1. Ordg. 2 mm hinter Spitze unters. *Vicia Faba* 1: feuchte Sägesp., Sproß 8 cm lg., blattlos. Seitenwurz. 1. Ordg. 3—4 cm lg., 1 cm hinter Spitze unters. *Vicia* 2: austrocknende Sägesp., allererste Spuren des Welkens. Sproß 40 cm lg., 6 Laubb., Seitenwurz. 1. Ordg. 1,5 cm hinter Spitze unters. *Vicia* 3: Seit 2 Tagen aus feuchten Sägesp. in dest. Wasser übertragen. S.[1]) der Epid. Null. Sproß 40 cm lg., 4 Laubb., Seitenwurz. 1. Ordg. 1 cm hinter Spitze unters. *Vicia* 4: feuchte Sägesp., sonst wie *Vicia* 3. *Vicia* 5: austrocknende Sägesp., sonst wie *Vicia* 3. *Vicia* 6: feuchte Sägesp., Sproß 32 cm lg., 4 Laubb., Seitenwurz. 1. Ordg. 13 cm lg., an Basis unters. Im gleichen Topf *Vicia* 7 u. 8. *Vicia* 7 und 8: Hauptwurz. 32 cm lg., an Basis unters., sonst wie *Vicia* 6. *Vicia* 9: seit 8 Tagen in dest. Wasser. Sproß 35 cm lg., mit 3 Laubb., Seitenwurz. 1. Ordg. 2—3 cm hinter Spitze unters. *Vicia* 10: feuchte Sägesp., Sproß 5 cm lg., Seitenwurz. 1. Ordg. 5 cm lg., 3 cm und 5 cm (Basis) hinter Spitze unters. *Vicia* 11: feuchte Sägesp., Sproß 6 cm lg., Seitenwurz. 1. Ordg. 3 cm lg., an Basis unters. *Vicia* 12: feuchte Sägesp., Sproß 40 cm lg., 6 Blätter. Seitenwurz. 1. Ordg. 15 cm lg., 1 cm hinter Spitze unters.

---

1) S. = Saugkraft.

Tab. 1 und 2 enthalten von den zahlreichen mühsamen S.-Messungen nur die Mittel; sie stammen z. B. bei *Vicia* 1 (Mittel) aus 8 Seitenwurzeln mit 27 Schnitten und 36 Einzelmessungen. Die Wiedergabe der ausführlichen Tabellen unterblieb wegen Raummangel. Unter „Gefäßparenchym“ sind direkt an Gefäße grenzende Parenchymzellen verstanden. × bedeutet, daß die betr. Zellschicht fehlt. In älteren Wurzelteilen nennen wir die äußerste noch lebende Zellschicht Rinde 1.

Nach Tab. 1 und 2 (*Phas.* 1, 2, 3, 4, *Vicia* 1, 12) steigt in feuchten Sägespänen die S 1) in der Absorptionszone der Wurzel von der Epidermis bis zur innersten Rindenschicht an. (Die gelegentlichen Depressionen der ansteigenden Kurve fehlen nach den ausführl. Tab. fast ausnahmslos in ein und demselben Schnitt und dürften daher auf Verschiedenheiten zw. versch. Seitenwurzeln und versch. Schnitten derselben Seitenwurzel beruhen.) Beim Übergang in die Endodermis schlägt das Ansteigen plötzlich um in ein relativ starkes Fallen, das als Endodermissprung bezeichnet sei.

Tabelle 1.

	Saugkraft in Atm.				Osmot. Wert bei Grenzplasm. in Mol. Rohrz.					
Pflanze	*Phas* 1	*Phas* 2	*Phas* 3	*Phas.* 4	*Phas* 1	*Phas* 5			*Phas* 6	
Sägespäne	feucht		trockener		feucht				feucht	
Meßstelle	1 cm hinter Spitze				1 cm	6 mm hint. Spitze			2 mm h Sp.	
Datum	17. 12.	6. 2	2. 2.	1. 2	18. 12	26. 11.			24. 11.	
	Seitenwurzeln					Seitenwurzel			Seitenwurz.	
	Mittel		Vorvers			a Obers	a Unters	b Obers	a	b
Epidermis . . .	0.9	0,3	1.6	1,3	0,31	0,34	0.33	0,32	0 28	0,31
Rinde 1	1,8	0,5	1,9		0,30	0.36	0,34	0,32	0.31	0 30
„ 2	1,7	1,5	1,9	1,9	0,32	0,37	0,34	0,35	0.32	0,31
„ 3	2,0	1.8	2.4		0,34	0,37	0.34	0 36	0,32	0,31
„ 4 . . .	2,6	2,0	2,6		0,35	0.39	0,34	0.37	0.30	0.31
„ 5	3.2	1,8	2.9		0,33	×	×	×	×	×
„ 6	3,6	2,2	3.2		0.32	×	×	×	×	×
„ 7	4.2	2,3	3,7		0,32	×	×	×	×	×
Endodermis .	1,3	1.6	2 1	1,9	0,32	0,39	0.34	0 33	0,28	0,32
Pericykel . . .	0,9	1,4	1 9; 3.4	0,8	0,31	0.37	0,34	0 32	0 28	0,31
Gefäßpar . . (Perizykelseite)	0,8	1,6	3,4		0,31	0,34	0,34	0,32	0,27	0.31

---

1) S. = Abkürzung für Saugkraft.

Tabelle 2.

	Saugkraft in Atm.								Osmot. Wert bei Grenzplasm. in Mol. Rohrz.							
Pflanze	*Vicia* 1		*Vicia* 2	*Vicia* 6	*Vicia* 7	*Vicia* 8	*Vicia* 9	*Vicia* 12	*Vicia* 1	*Vicia* 2	*Vicia* 3	*Vicia* 4	*Vicia* 5	*Vicia* 10		*Vicia* 11
Sägespäne	feucht		austrocknend	feucht			aq dest.	feucht	feucht	austrocknend	aq dest	feucht	austrocknend	feucht		feucht
Meßstelle	1 cm hint Spitze		1,5 cm hint Sp	13 cm hint Sp	Basis		2-3 cm	1 cm in Sp.	1 cm	1,5 cm	1 cm hinter Spitze			3 cm	5 cm	3 cm
Datum	16. 12.		22. 7.	2. 6.	8. 6.	8. 6.	2. 7.	24. 7.	16. 12.	21. 7.	20. 7.			30. 11.		9. 12.
	Seitenwurzeln				Hauptwurz		Seitenwurz.		Seitenwurzeln							
	Mittel	Vorvers.	Mittel		Mittel		Mittel									
Epidermis	0,7	0,8	3,2				0,0		0,35	0,48	0,33	0,32	0,39	0,32	0,32	0,33
Rinde 1	1,4	1,6	3,3	4,0		3,8			0,34	0,46	0,32	0,30	0,37	0,32	0,32	0,33
„ 2	1,8	2,0	3,4	3,6		3,7			0,36	0,45	0,30	0,29	0,36	0,32	0,32	0,33
„ 3	1,5		3,6	3,3					0,36	0,42	0,30	0,29	0,36	0,33	0,33	0,33
„ 4	2,1		3,7	2,8			0,0	2,4	0,37	0,39	0,27	0,28	0,35	0,32	0,34	0,34
„ 5	2,8		×	3,3				3,4	0,38	×	0,28	0,28	0,35	0,32	0,33	0,34
„ 6	3,0	3,4	×	3,6			0,0	×	0,39	×	0,30	0,28	0,35	0,32	0,33	×
„ 7	×	×	×	3,8			×	×	×	×	×	×	×	0,32	0,33	×
„ 8	×	×	×	×			×	×	×	×	×	×	×	0,32	0,33	×
„ 9	×	×	×	×			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
„ 10	×	×	×	×	2,1		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
„ 12	×	×	×	×	×	2,5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Endodermis	1,7	1,6	3,3	1,6	2,1	2,3	0,0	1,1	0,39	0,37	0,30	0,28	0,34	0,32	0,32	0,34
Pericykel	0,8	1,9	3,8	1,1	2,1	2,1			0,36	0,36	0,31	0,28	0,34	0,32	0,32	0,33
Gefäßpar. (Perizykelseite)	0,9		3,8	1,4			0,0		0,35	0,36	0,31	0,28	0,34			0,33
Gefäßpar. (Markseite)	0,9															

Folgende Werte sind bisher für den Endodermissprung in der Absorptionszone feuchter Sägespänekulturen gemessen worden: *Phas.* 1: 3,1; 2,6; 2,9 Atm. *Phas.* 2: 0,8; 0,5; 0,7 Atm. *Phas.* 3: 1,6 Atm.; *Vicia* 1: 1,6; 1,2; 1,0; 1,3; 1,9; 1,3; 1,5; 1,6 Atm. *Vicia* 12: 2,3 Atm.

Die physiologische Bedeutung dieses merkwürdigen Endodermissprunges hängt vor allem davon ab, ob er schon in der intakten Pflanze vorhanden ist oder erst beim Präparieren sich bildet. Wenn sich der Gefäßinhalt der unverletzten Pflanze in Kohäsionsspannung befinden sollte, so wäre denkbar, daß die S. der angrenzenden lebenden Zellen beim Präparieren sinkt, infolge der Entspannung der Flüssigkeitsfäden. Es ist aber nach unseren bisherigen Erfahrungen unwahrscheinlich, daß in 5—15 evtl. 30 Min. (Anschneiden der Wurzel bis Zeichnen in Paraffinöl) die S. des Gefäßparenchyms oder gar der Endodermis so stark sinken kann. Es wäre ferner unverständlich, warum die von den Gefäßen ausgehende S.-Abnahme stets gerade bis zur Endodermis hätte vordringen sollen, statt, je nach der Beschaffenheit des Schnittes und der Schnelligkeit des Arbeitens (5—30 Min.), bald vor der Endodermis stehen zu bleiben, bald bis in die primäre Rinde sich auszubreiten. Auch wäre vor dem Leptom eine andere Endodermissaugkraft zu erwarten gewesen als vor dem Hadrom, während wir bei *Vicia Faba* in feuchten Sägespänen 1 cm hinter der Wurzelspitze vor dem Leptom 1,6; 1,9; 1,6; 1,3 Atm., also dieselben Werte fanden wie vor dem Hadrom. Endlich hätte bei voraussichtlich hoher Kohäsionsspannung (trockener Boden, turg. Blätter; *Phas.* 3, vgl. auch *Vicia* 2) die S. des Gefäßparenchyms besonders stark sinken müssen (im Vergleich zur Innenrinde); tatsächlich trat aber das Gegenteil ein. Der Endodermissprung steht also offenbar nicht in Zusammenhang mit einer evtl. Kohäsionsspannung. — Zu denken wäre zweitens an die Gewebespannung. Wie schon SACHS[1]) zeigte, kann in unserer Wurzelregion der axile Strang durch die Rinde etwas gedehnt sein. Aber einmal ist die Spannung gering und ferner erhielten wir auch bei ihrer partiellen und völligen Aufhebung (geeignete Bruchstücke von radialen und tang. Längsschnitten) für die Endodermis stets annähernd dieselben Werte. Da wir eine andere Deutung der Beobachtungstatsachen nicht finden können, halten wir uns für berechtigt, den Endodermissprung als eine Eigentümlichkeit der intakten Wurzel zu betrachten.

Inwieweit die S.-Verteilung der Tab. 1 u. 2 spez. die niedrige S. der Endodermiszelle auf der S. des Zellinhaltes, auf Permea-

---

1) **Sachs**, **Ges. Abh. II, p. 825.**

bilitätsverhältnissen oder auf dem Wanddruck beruht, bleibt noch näher zu untersuchen. Unsere Tab. zeigen immerhin deutlich, daß der osmot. Wert bei Grenzplasmolyse keinen Parallelismus zur S.-Verteilung aufweist. (Osmot. Wert bei normalem Vol. noch nicht bekannt.)

Besprechung der Resultate.

Wenn wir mit unserer Methode die S. einer Zelle zu 1,7 Atm. gefunden haben, so kann das zweierlei besagen, je nachdem die S. an allen Stellen der Zelloberfläche dieselbe ist oder nicht. Ist die S. homogen, so beträgt sie an allen Stellen der Zelloberfläche 1,7 Atm. Ist die S. nicht homogen, also nicht an allen Stellen der Zelloberfläche gleich groß, so bedeuten die gemessenen 1,7 Atm. einen Mittelwert, der aus verschieden großen, mit unserer Methode nicht meßbaren Teilwerten resultiert.

Nach dieser Vorbereitung soll nun untersucht werden, ob ein Wassertransport durch die Absorptionszone mit Hilfe der S. denkbar ist.

a) Wassertransport durch die Rinde. Innerhalb der Absorptionszone erscheint in feuchten Sägespänen der Transport durch die Rinde qualitativ möglich, da die S. (homogen gedacht) von außen nach innen ansteigt. Rätselhaft bleibt dagegen vielfach die Größe dieser S.-Zunahme. So findet sich die max. S.-Differenz zw. Innenrinde und Epidermis (3,3 Atm.) bei einer jungen, noch blattlosen Pflanze (*Phas.* 1) mit jedenfalls relativ schwachem Wassertransport, während die offenbar relativ stark transpirierende Wasserkultur (*Vicia* 9, Sproß 35 cm lg., 3 Laubb.) die S.-Differenz 0 besitzt[1]). Da aber auch bei der Wasserkultur der Transport nicht ohne Energieaufwand denkbar ist, so genügt entweder ein evtl. hydrostatischer Überdruck, unter dem das Wasser im Kulturgefäß in der Absorptionszone steht, verbunden mit einer evtl. schwachen, innerhalb der Versuchsfehler liegenden S.-Differenz, oder aber wir werden — falls die S. genügen soll — zur Annahme einer nicht homogenen S. gedrängt, worüber b zu vergleichen ist.

Wenn in alten Rindenteilen (*Vicia* 8 und *Hedera*, Diese Berichte 1918, p. 597) die S (homogen gedacht) umgekehrt zur Absorptionszone, von innen noch außen ansteigt, so erscheint das wiederum

---

1) Wir nennen die S. einer Zelle 0, wenn sie in H_2O ihr Vol. nicht vergrößert. Die Dimensionsänderungen beim Übertragen in Wasser waren: Epid.: —0,4 %; Rinde 4: — 1,9 %; Rinde 6: —0,5 %; Endod : +0,6 % und —0,9 %; Gefäßpar.: +2,2 %. Hierbei bedeutet + eine Ausdehnung, — eine Kontraktion. Die Dimensionsänderungen liegen also innerhalb der Beobachtungsfehler.

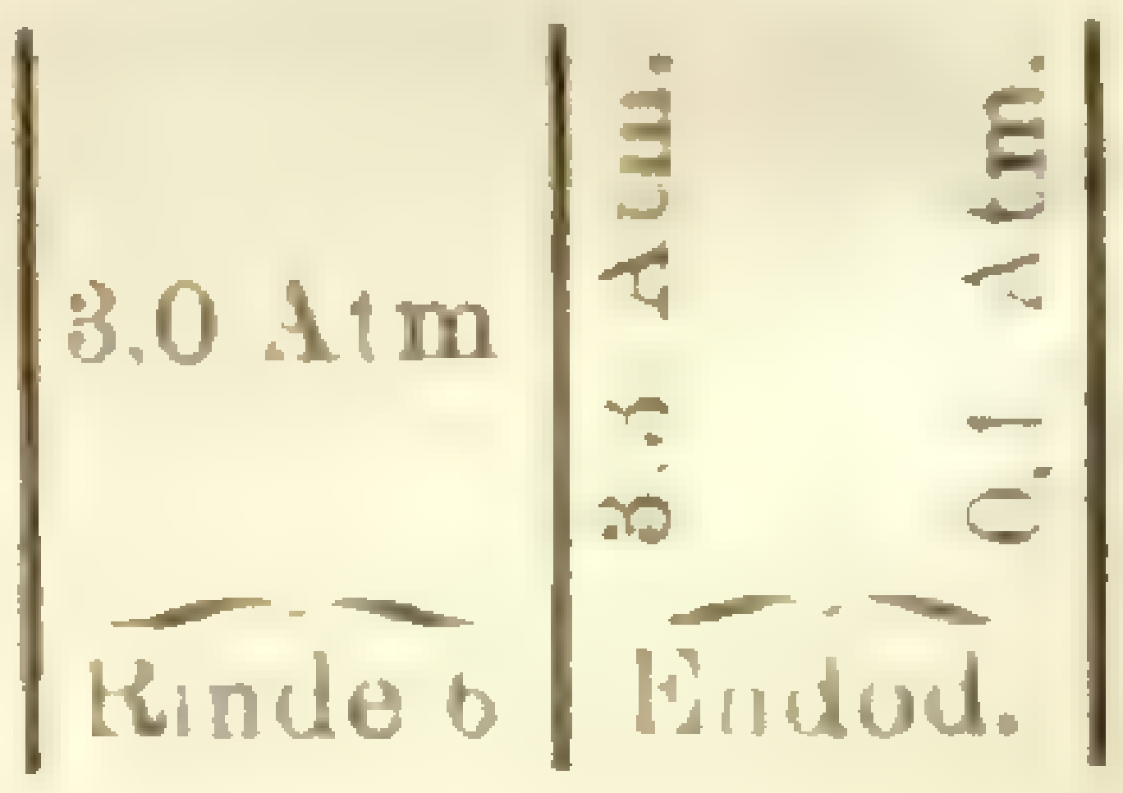
plausibel, da hier wohl auch der Wassertransport in dieser Richtung erfolgt.

Nach unseren Erfahrungen nimmt beim Austrocknen des Bodens der Wurzeldurchmesser und ebenso das Volumen der Rindenzellen in der Absorptionszone ab, um bei Wasserzufuhr wieder anzusteigen. Die Wurzelrinde kann also, neben anderen Funktionen, offenbar auch als Wasserspeicher dienen.

b) Wassertransport Innenrinde-Gefäße. Der Endodermissprung, der unter normalen Kulturbedingungen in der Absorptionszone stets angetroffen wurde, bildet, wie leicht ersichtlich, ein weiteres Argument gegen die Kohäsionshypothese[1]). Er zeigt ferner, daß bei homogener S. das Wasser höchstens bis zur innersten Rindenschicht angesaugt werden kann. Einen Weitertransport bei homogener S. könnte man sich vielleicht so denken wollen, daß die S. der Innenrinde periodisch gegen 0 sinkt; da aber die vorausgesetzten Schwankungen nie beobachtet wurden, kann eine weitere Kritik unterbleiben.

Günstiger ist die Annahme einer nicht homogenen S.; bei *Vicia* 1 könnte dann das Wasser etwa nach Schema 1 von der Rinde in die Endodermis gesaugt werden, wobei der für die Endodermis gemessene Mittelwert von 1,7 Atm. erhalten bleibt. Die Endodermis würde hierbei gleichzeitig als Saugpumpe und als Reduzierventil wirken. Schema 1 gibt unter den vielen Denkmöglichkeiten für eine nicht homogene S. in der Endodermis einen sehr einfachen Fall; seine Anführung hat nur den Zweck, an einem Beispiel zu zeigen, wie der Wassertransport durch die Endodermis mit Hilfe der S. etwa denkbar wäre[2]). Wie diese Funktion der Endodermis (Saugpumpe und Reduzierventil) den Eintritt von Wasser in den Zentralzylinder ermöglichen kann, so kann sie auch den Austritt von Wasser aus dem Zentralzylinder in die Rinde verhindern. Letzteres erscheint überall dort angebracht, wo die S. der innersten Rindenschicht deutlich größer ist als die des Perizykels, und tatsächlich fehlt

1)



---

[1]) Gegen die Kohäsionshypothese sprechen ferner neuere Unters. über Saugkraft u. Filtrationswiderstand. Vgl. URSPRUNG, Verh. d. schweiz naturforsch. Ges. in Neuenburg 1920

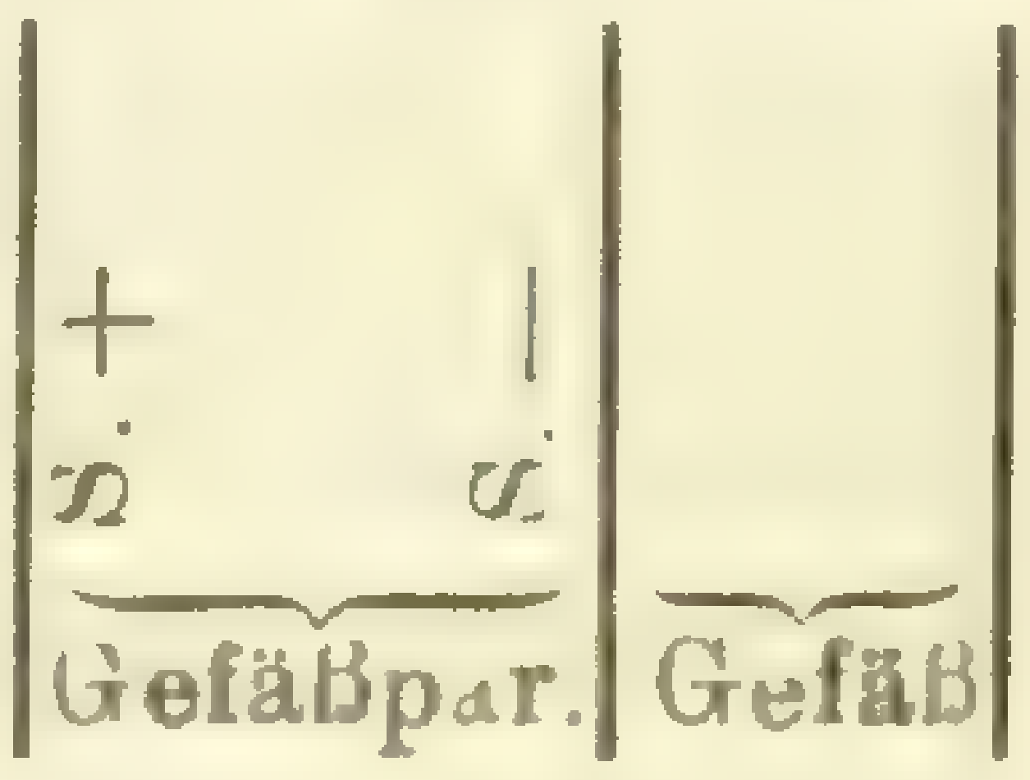
[2]) Auf die Größe der S.-Differenz zwischen zwei benachbarten Zellschichten ist dabei noch keine Rücksicht genommen, und doch muß bei einem stationären Zustand jede Zelle ebensoviel Wasser abgeben als sie aufnimmt, wozu, wie leicht ersichtlich, die S.-Differenz zwischen zwei benachbarten Zellschichten von der Epidermis gegen die Endodermis hin ansteigen muß.

auch der Endodermissprung bei unseren Versuchspflanzen nur dort (*Vicia* 9, 8, 7, 2), wo die fraglichen S. annähernd gleich sind.

Natürlich ist eine nicht homogene S. nicht nur für die Endodermis, sondern auch für andere Wurzelzellen denkbar und sie wird für die Rinde (vgl. a) in gewissen Fällen (*Vicia* 9) nahegelegt, wenn die S. den Wassertransport vermitteln soll. Eine weitere Verbreitung der nicht homogenen S. hätte jedenfalls, wie leicht ersichtlich, den Vorteil, zwischen benachbarten Zellschichten größere S.-Differenzen zu schaffen und damit den Wassertransport zu erleichtern.

Um endlich zu erklären, daß unsere Wurzelspitzen beim Eintauchen in Wasser bluteten (geprüft für Kulturen in feuchten Sägespänen und dest. Wasser), können wir für das Gefäßparenchym eine nicht homogene S. nach Schema 2 annehmen, wobei der + Teilwert auf der Außenseite Wasser einsaugt und der — Teilwert Wasser in das Gefäß preßt. — Die Zelle wirkt also als **Saug- und Druckpumpe**. — Hierher gehört eine Angabe von DE VRIES[1]), wonach die Endodermis verhindern soll, daß Wasser, welches in das Gefäßbündel einer abgeschnittenen Wurzelspitze eingepreßt wurde, aus dem Zentralzylinder ausfließt. Noch nach der letzten Auflage HABERLANDTs[2]) lautet die Erklärung: „Die lebenden Protoplasten der Scheide lassen kein Wasser durch, da der in ihnen herrschende Turgordruck um vieles höher ist, als der in Gefäßen und Tracheiden herrschende Blutungsdruck . . .“ Nun konnte aber 1. DE VRIES nicht beweisen, daß gerade die Endodermis und nicht etwa das Pericambium oder das Gefäßparenchym den Wasseraustritt hemmt. 2. ist der Turgordruck der Endodermis unbekannt. Wäre er aber 3. auch sehr groß, so könnte er doch unmöglich den Wasseraustritt hindern, wie die einfachste physikalische Überlegung zeigt. 4. ist die Endodermis in der Absorptionszone für Wasser durchlässig, da die Pflanze ja sonst vertrocknen müßte. Soll daher die Endodermis verhindern, daß unter Druck stehendes Wasser sie von innen nach außen passiert, so muß sie Wasser mit dem gleichen Druck nach innen pressen, d. h. sie muß bluten (wie das Gefäßpar. in Schema 2). Ob sie das wirklich tut, soll hier nicht untersucht werden; es genüge unter den verschiedenen Denkmöglich-

2)



---

[1]) DE VRIES, Bot.-Ztg. 1886, Sp. 788.

[2]) HABERLANDT, Physiolog. Pflanzenanat. 5. Aufl., p. 343.

keiten für das Bluten der Wurzelspitze in Schema 2 einen möglichst einfachen Fall skizziert zu haben[1]).

Gibt es eine nicht homogene S.? Die Möglichkeit ist für einen einzelligen Organismus, der z. T. in die Luft ragt (z. B. *Mucor*), leicht einzusehen; für die Zellen unserer Wurzel liegen die Dinge weniger einfach. Das tatsächliche Vorhandensein einer nicht homogenen S. in einer Zelle ist mit unserer Methode nicht festzustellen, und da anderweitige Untersuchungen hierüber noch fehlen, so sei wenigstens auf die folgenden 3 Punkte hingewiesen, obschon sie keine Beweise sind. 1. Der Wassertransport von den Wurzelhaaren bis in die Gefäße erscheint uns nur auf diese Weise mit Hilfe der S. denkbar. 2. Da die Zelle der S. der Umgebung sich anzupassen strebt, da ferner die S. der Innenrinde die des Perizykels bedeutend übersteigt, so ist für die Endodermis auf der Rindenseite eine höhere S. wahrscheinlich als auf der Perizykelseite. 3. In Schnitten durch die Hauptwurzel von *Vicia Faba* fanden wir bei vielen Rindenzellen den Zucker in der Absorptionszone vornehmlich im äußeren (der Epid. zugekehrten) Teil der Zelle angehäuft, einige Zentimeter hinter der Absorptionszone dagegen vornehmlich im inneren Teil, was vielleicht mit der Wanderungsrichtung und der Stauung vor starken Widerständen zusammenhängt[2]).

Nachdem wir oben bereits die physiologische Bedeutung des Endodermissprunges gestreift haben, bleibt jetzt noch die Frage nach der Möglichkeit einer kausalen Erklärung. Der Übergang der niederen S. des Zentralzylinders in die hohe S. der Rinde erfolgt in einer Zone, die neben dieser physiologischen auch eine anatomische Besonderheit, den CASPARYschen Streifen aufweist. Nun wissen wir, daß sich die S. der Zelle der S. der Umgebung, in unserem Falle also zunächst der S. der Zellwand anzupassen sucht. Die S. der Wand wird bei gleichem Bau von der Qualität und Quantität der Imbibitionsflüssigkeit abhängen. Denken wir uns nun den CASPARYschen Streifen für diese Flüssigkeit impermeabel und die Wände auf der Innenseite des Streifens (d. h. zwischen Streifen und Wurzelachse) stärker mit Wasser imbibiert

---

[1]) Am wenigsten wahrscheinlich ist Blutungstätigkeit für die Rindenzellen, „da Stengel und Wurzel auch nach der Entrindung bluten" (PFEFFER, Physiologie I, p. 250); doch wird spez. für *Vicia* 9 auch diese Annahme zu prüfen sein.

[2]) Über ungleichseitige Verteilung der sog. „löslichen Stärke" in der Zelle. Vgl. KRAUS, Botan. Mitt. 1885, p. 13. — Übrigens können natürlich auch Permeabilitätsdifferenzen eine nicht homogene S. bedingen.

(aus den nahen Gefäßen), als die Wände auf der Außenseite (aus dem Boden), so erscheint das Ansteigen der S. von der Epidermis bis zum CASPARYschen Streifen, wie auch der Endodermissprung und die Funktion der Endodermis als Saugpumpe und Reduzierventil kausal verständlicher. Auf ähnliche Weise würde die einseitige Angrenzung an ein wasserführendes Gefäß für das Gefäßparenchym die Funktion als Saugpumpe und Reduzierventil, und wenn das Gefäßwasser unter Druck steht, auch die Funktion als Saug- und Druckpumpe plausibel machen.

Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei zum Schluß nochmals betont, daß wir hier nur die S. untersuchen wollten; die Mitwirkung anderer Kräfte, obschon von ihnen nicht die Rede war, ist damit selbstverständlich nicht bestritten.

12. W. Gleisberg: Zur Revision der Gattung Pestalozzia De Not.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 17. November 1920. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Bei der Untersuchung einer *Valsa* spec. auf *Thuja occidentalis*[1]) traten Sporen von *Pestalozzia* auf, die offenbar in der feuchten Kammer von der Rinde an die Hälse der *Valsa*-Perithecien geraten waren. Beim Durchmustern des Substrats kamen die Sporenlager zum Vorschein, teils flach, diskusförmig, noch von Epidermis überdeckt — s. Fig. 1 der Abb., wo die Epidermis abgehoben ist! —, teils wulstförmig und kuglig aus dem Korkgewebe hervorbrechend, dort, wo die Epidermis bereits abgeblättert war (Fig. 2).

Die Artbestimmung nach SACCARDO[2]) erwies sich als unmöglich, da die Diagnose von drei Arten auf verschiedene Gruppen von Konidien in jedem Sporenhäufchen paßten.

Eine zur Vermehrung des Untersuchungsmaterials angestellte Durchsicht der *Thuja*-Pflanzung am Gehölzstreifen westlich des Obstmuttergartens der Lehranstalt für Obst- und Gartenbau Proskau ergab folgenden Befund bezüglich des Vorkommens der Sporenhäufchen:

---

[1]) Rindenstücke von abgestorbenen Ästen, die ich Herrn Gartenmeister WEHRHAHN verdanke.

[2]) SACCARDO, Sylloge Fungorum Bd. III. 1884.

1. Lebende Bäume waren bis in Augenhöhe — soweit erstreckte sich die Durchsicht — vollkommen frei von Befall,

2. ca. 50 cm über dem Boden gekappte Stammstümpfe wiesen fast durchweg die schwarzen Punkte der Sporenhäufchen auf,

3. ca. 50 cm über dem Boden frisch gekappte Stammstümpfe waren in den ersten Tagen frei, zeigten jedoch nach ca. 2 Wochen zum größten Teil ebenfalls den Pilz.

Bei der mit großen Mengen von Material nunmehr ausgeführten Untersuchung der Konidien und vieler Schnitte durch die Sporenlager ergab sich in voller Uebereinstimmung mit dem ersten Befund, der zu keiner Artbestimmung führte, folgende Diagnose:

Sporenhäufchen oft eng stehend — besonders auf älteren Stümpfen —, gewöhnlich zerstreut, teils fein-punktförmig, teils länglich, wobei mehrere Häufchen ineinandergeflossen zu sein scheinen, schwarz, von der durchbrochenen Korkzellschicht umkleidet, bzw. von Epidermis warzenförmig überdeckt, je nach dem Erhaltungszustand der *Thuja*-Rinde an der Entstehungsstelle.

Sporen länglich-spindel- oder breit-tönnchenförmig, 5-, sehr selten 6-zellig (Fig. 5), äußere Zellen zugespitzt hyalin, bei älteren Sporen die hyalinen Spitzen abgesprungen. Die drei Innenzellen gleichmäßig hellbraun, dunkelolivbraun oder fast schwarz oder aber die Mittelzelle dunkler als die anderen, Membran der Innenzellen häufig deutlich punktiert; Außenwand an den Mittelsepten entweder glatt oder mehr oder weniger eingezogen (Fig. 3—6). Zellinhalt der dunklen Zellen mit Öltröpfchen und Körnchen. Hyaline Spitze mit 3 und mehr (—8) hyalinen, leicht ablösbaren, kürzeren oder längeren, gewöhnlich zurückgekrümmten Geißeln, hyalines Ende mit verschieden langer Stielzelle, diese ebenfalls leicht ablösbar.

Es handelt sich um Sporen, die einen ausgereiften Eindruck machen und sich in Wasser von selbst vom Sporenhäufchen lösen.

Länge der Sporen mit hyal. Endzellen	23—30 μ,
„ „ gefärbten Innenzellen	16—21 μ,
Breite der Sporen	5,5— 9 μ,
Länge der Geißeln	7—20 μ,
Breite „ „	ca. 1 μ,
Länge der Stielzellen gewöhnlich	6,5 μ,
„ „ „ schwankt zwischen	5—20 μ,
Breite „ „	ca. 1 μ.

Fig. 8 zeigt ein Sporenlager — nach Entfernung der reifen Sporen — mit Sporen verschiedener Entwicklungsstufen. Es fällt dabei die gekrümmte Form der noch unentwickelten, aber bereits septierten Sporen auf, desgl. das Fehlen der Geißeln an den vorläufig noch un- oder schwach gefärbten Sporen.

Die Einteilung der früheren Gattung *Pestalozzia*[1]) in *Eu-Pestalozzia* mit farbigen Mittelzellen und 2 bis mehr Geißeln, *Monochaetia* mit farbigen Mittelzellen und 1 Geißel und *Pestalozzina* mit vollständig hyalinen Sporen — also in 3 Untergattungen — ist durch die Spaltung in 3 Gattungen illusorisch geworden[2]), so daß die *Eu-Pestalozzia* im engeren Sinne die Gattung *Pestalozzia* bilden.

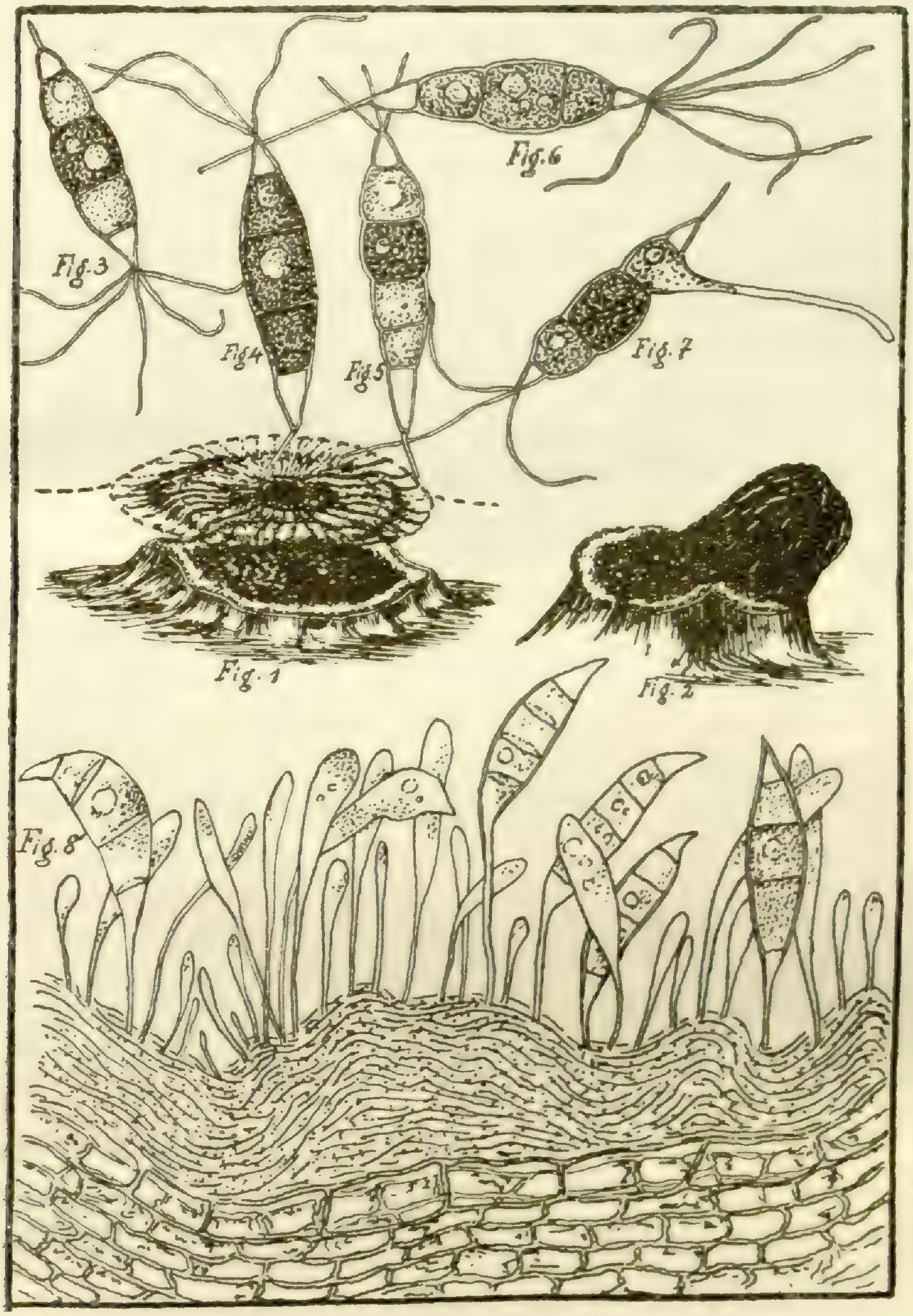


Abb. 1.

---

1) SACCARDO, Sylloge Fungorum Bd. III. 1884.

2) SACCARDO, Sylloge Fungorum Bd. XVIII. 1906.

Von dieser kamen die als *P. funerea* Desm. (Ann. Scienc. nat. XIX 1843 p. 235), *P. foedans* Sacc. et Ell. (Sacc. Mich. II p. 375) und *P. conigena* Lév. (Ann. Sc. nat. 1846 V p. 285) bezeichneten Formen für die vorliegenden Funde von *Thuja occidentalis* in Frage, so daß sich mit Notwendigkeit eine Revision dieser 3 Arten auf der Basis der obigen Diagnose ergibt. So zwingend die Revision in dem gedachten Sinne ist, kann sie jedoch nur beschränkten Wert haben, wenn ihr nicht erweisende Impfversuche auf den für die alten Arten angegebenen Nährpflanzen, bzw. vergleichende Kulturen in Nährlösungen mit Sporen von sämtlichen für *P. funerea, foedans* und *conigena* angegebenen Nährpflanzen folgen.

Im Gegensatz zu *P. funerea* gibt SACCARDO als besonders hervorstechendes Merkmal für *P. foedans* schmalere Konidien an, die eine glatte, an den Septen nicht eingezogene Membran besitzen. Diese Ausmaße passen jedoch in die für die auf *Thuja occ.* gefundenen und sind, wie eine Nachuntersuchung des von ELLIS gesammelten Materials aus RABENHORSTs Fungi Europaei Nr. 2997 ergab, nicht so eng anzugeben wie SACCARDOs Diagnose besagt. Selbst das Merkmal „an den Septen nicht eingezogen“ stimmt nicht durchgehends. Die Angabe, daß die Sporenhäufchen sofort hervorbrechen und nicht erst unter der Epidermis bleiben, muß sehr skeptisch aufgenommen werden, da die eigentümliche Struktur der *Thuja*-Rinde für die hier gefundene *Pestalozzia* beide Entstehungsformen erwiesen hat und auch systematische Schnitte durch Rindenstücke Sporenhaufen in den verschiedensten Stadien: vom flachen oder kugligen Lager unter der Epidermis bis zur überquellenden, gehäuften und freiliegenden Masse erwiesen haben. Somit dürfte *P. foedans* als besondere Art der Berechtigung entbehren und das Gleiche gilt für *P. conigena,* deren Merkmale[1]) in obiger Diagnose enthalten sind.

Unter der Voraussetzung, daß der Artbezeichnung *P. funerea* das Prioritätsrecht zukommt, muß nunmehr die hier gefundene Form als *Pestalozzia funerea* bezeichnet und die obige Diagnose für sie geltend betrachtet werden[2]).

Unter *P. funerea* gibt SACCARDO[1])[3]) 7 Typen an, von denen 3, *α typica*, *γ multiseta* und *δ discolor*, eine wenig begründete Spaltung darstellen, da das für *multiseta* bestimmende Merkmal einer

---

1) SACCARDO, Sylloge Fungorum Bd. III. 1884.

2) Die Abbildung der Sporen v. *P. funerea* in ENGLER-PRANTL, Pflanzenfamilien I. Teil, Abtlg. 1** 1900 S. 412, aus SACCARDO stammend, ist sehr unvollkommen.

3) SACCARDO, Sylloge Fungorum Bd. X, 1892 u. Bd. XIV, 1899.

größeren Anzahl von Geißeln in der Variabilität der Geißelzahlen desselben Sporenhäufchens der Stammart — und als solche ist die Form von *Th. occidentalis* aufzufassen — zum Ausdruck kommt (Fig. 3—6). Tatsächlich wurde kaum eine Sporengarnitur durchgesehen, in der nicht 3-, 4-, 5-, 6- und mehrbegeißelte Sporen vorkamen. Die Form v. *Iris germanica* und *Rhododendron arboreum*, nach der die var. aufgestellt ist, hat mir nicht vorgelegen. Aber mag dort immerhin der Prozentsatz der mehr als 5-geißeligen Sporen größer gewesen sein, so berechtigt dies doch nicht zum Aufrechterhalten der var. Dasselbe gibt für das Merkmal der zwiefachen Färbung der var. *discolor*. Zur näheren Beleuchtung der Eigentümlichkeit vieler Sporen, eine mittlere dunklergefärbte Zelle aufzuweisen, mag die Beobachtung dienen, die bei der Wasserkultur von Sporen in der feuchten Kammer gemacht wurde. Anfänglich gleichmäßig gefärbte Sporen wurden zunächst an der unteren der 3 Mittelzellen heller. Offenbar hängt dies mit der Keimung zusammen, denn die gekeimten Sporen (Fig. 7) zeigten eine relativ dunklere Mittel-, eine sehr helle gekeimte und eine ebenfalls hellere dritte Zelle.

Es dürfte demnach angebracht sein — unter Vorwegnahme der vermutlichen Resultate der von mir geplanten Kulturversuche — die Varietäten *multiseta* und *discolor* fallen zu lassen.

Das in RABENHORSTs Fungi Europaei Nr. 2462 ausgegebene Material (des Herbars der Bot. Versuchsstation Proskau) von *P. conigena* Lév. erwies sich als *P. truncata* Lév., eine Art, die in enger, ebenfalls der Revision bedürftiger Beziehung zu *P. lignicola* Cooke steht und bei einer zusammenfassenden Behandlung der Pestalozzien an anderer Stelle ausführlich gewürdigt werden soll.

Mit den Sporen von *P. funerea* Desm. auf lebender *Thuja occidentalis* vorgenommene Infektionsversuche hatten keinen Erfolg. Das deckt sich mit der in DANCKELMANNs Zeitschrift von 1894 mitgeteilten Beobachtung.

Entgegen der dort ausgesprochenen Meinung, daß *P. funerea* die Einschnürungserkrankung bei *Chamaecyparis Menziezii* hervorrufen soll, muß nach den hiesigen Beobachtungen der Pilz als harmloser Saprophyt bezeichnet werden, der vermutlich erst nach gewissen Veränderungen — chemischer oder physikalischer Natur? — in der Rinde zur Entwicklung gelangen kann, und muß somit bei seinem Auftreten auf eine vorhergehende Schwächung des Substrats geschlossen werden.

13. W. Jungmann: Physiologisch-anatomische Untersuchungen über die Einwirkung von Blausäure auf Pflanzen[1]).

(Eingegangen am 19. November 1920. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Zu den Versuchen wurde eine größere Anzahl Pflanzen verwendet, vor allem aber Zweige und Blätter von *Griselinia littoralis*, einer neuseeländischen Cornacee, ferner: *Prunus Cerasus*, *Prunus Laurocerasus*, *Ilex aquifolium*, *Hedera Helix*, *Syringa vulgaris* und außerdem noch verschiedene krautige Pflanzen. Ein Teil der Versuche wurde unter einer 25 Liter-Glocke, ein anderer Teil in gut verschließbaren Standgläsern verschiedener Größe ausgeführt. Im ersteren Falle wurde die Blausäure, CNH, durch Zusammenbringen von genau gemessenen Mengen von Cyannatrium und Schwefelsäure entwickelt und im letzten Falle ließ ich eine bestimmt prozentige wässerige CNH-Lösung auf dem Boden des Standgefäßes oder in Schälchen verdunsten.

Zunächst wurde einmal festzustellen versucht, bei welcher Stärke der Giftgabe nach einer gewissen Zeit, z. B. 10 Minuten, überhaupt ein Zeichen sich äußerlich als Vergiftung zu erkennen gab und in welcher Art dies wahrnehmbar wurde. Zu dem Zwecke wurden stark voneinander abweichende Mengen Blausäure (0,1 Vol. % und 8,1 Vol. % je 10 Min. bei 19° C. in diffus. Licht) verabreicht. Es zeigte sich, wie zu erwarten war, ein großer Unterschied. Bei der geringen Gabe traten keinerlei Vergiftungserscheinungen auf, während bei der starken Giftgabe alle Versuchsstücke bis auf *Griselinia*, die Widerstand geleistet hatte, innerhalb 14 Tage zu Grunde gegangen waren.

1. Da offenbar die angegebene Zeitdauer bei der 0,1 Vol.%-Vergasung zu kurz war, um das Gift hinreichend wirken zu lassen, so wurde ½ Stunde Einwirkungsdauer bei von Versuch zu Versuch gesteigerter Dosierung gewählt. Bei 0,3 und 0,6 Vol.% CNH zeigten sich geringfügige Beschädigungen, dagegen stellten sich bei 1,2 Vol.% CNH ernstere Schäden ein (Blattfall, Bräunung, Gelbwerden) und 2,4 Vol.% CNH vernichtete fast alle Versuchsstücke. Ähnliche Verhältnisse zeigten sich auch bei krautigen Gewächsen. Bei sich steigernder Giftgabe nahm also Stärke und Umfang der Schädigungen zu.

---

[1]) Auszug d. gleichlautenden noch nicht veröffentlichten Inaug.-Dissert. Univers. Frankfurt a. M. 1920.

2. Die Vergiftungserscheinungen standen in einem bestimmten Verhältnis zur Einwirkungsdauer des Gases, einerlei welcher Stärke, wenn nur der Gasdruck nicht zu hoch wurde. Wie schon angedeutet, hatte die Einwirkungsdauer einen wesentlichen Einfluß auf die Schwere der Beschädigungen. Versuche, bei denen von einem zum anderen teils verdoppelte Zeit, teils um eine bestimmte gleichbleibende Zeit länger vergast wurde, bestätigten die Vermutung, daß eine gewisse Zeit erforderlich sei, um das Gas eindringen zu lassen. Mit *Griselinia* wurde z. B. eine Versuchsreihe angestellt (0,0025 Vol. % CNH, 15°—20° C. diffus. Licht, Expositionsdauer 5 Min. bis 115 Min., von Versuch zu Versuch um 5 Min. gestaffelt), bei der nach 10 Min. Einwirkung in einem Falle braune Flecken am 8. Tage auftraten. Bei 30 Min. Einwirkung waren Schädigungen bereits am 6. Tage und bei 60 Min. und längerer Exposition schon am 4. Tage erkennbar. Die Schädigungen infolge langer Vergasung waren tiefergreifend als die infolge kurzer CNH-Einwirkung, wie sich nach 14 Tagen daran zeigte, daß nicht nur die Blätter, sondern auch die Knospen und Teile der Sproßachse braun geworden waren. Es ließ sich feststellen, daß die Stärke und Schnelligkeit des Eintrittes von Schädigungen bei sonst gleichen Bedingungen mit der länger werdenden Vergasungsdauer zunahm.

3. Wie verschieden sich die Pflanzen selbst starken Vergasungen gegenüber verhielten, wurde schon eingangs bei *Griselinia* angedeutet. Versuche mit Zweigen oder Blättern von *Griselinia*, *Ilex*, *Prunus Cerasus*, *Syringa*, *Taxus*, *Bougainvillea* und mit *Echinopsis* zeigten, daß die Pflanzen mit dünner oder wasserreicher Hautschicht durch die CNH-Einwirkung viel eher und stärker beschädigt wurden als Gewächse mit starker Kutikula.

4. Auch Pflanzen, in denen selbst CNH enthalten ist, wie *Prunus Laurocerasus*, *Passiflora*, *Manihot*, *Arum*, *Aquilegia* erwiesen sich empfindlich gegen CNH-Einfluß von außen.

5. Ebenso wie die ganzen Pflanzen verhielten sich auch die einzelnen Teile eines Individuums, wie Blätter, Sproß und Wurzel, ganz verschieden bei Einwirkung von CNH, und außerdem spielte der Entwicklungszustand eine Rolle, da z. B. jüngere Pflanzenteile leichter beschädigt wurden als ältere.

6. Welche geringe Menge CNH-Gas schon genügt, um eine Entwicklung der Keimlinge von *Pisum sativum* aufzuhalten, tun Versuche dar, bei denen 0,0012; 0,0006; 0,00045; 0,0003 und 0,00015 Vol.% CNH drei Tage lang einwirkte. Es konnte kein Wachstum festgestellt werden, während die Vergleichspflänzchen 4—5 cm Zuwachs aufwiesen. *Penicillium* zeigte bei 0,015 Vol. %

CNH-Einwirkung kein Wachstum, während das Vergleichsstück üppig gewuchert hatte. Im Gegensatz dazu konnten Knospen von *Syringa* im Juni und Juli durch CNH-Wirkung zum Treiben gebracht werden. (0,3 Vol.% CNH, 60 Min. diffus. L., 19° und 3 Vol. % CNH, 15 Min. diff. L., 20°.)

7. Die bisherigen Versuche hatten in diffusem Lichte stattgefunden. Weitere Experimente wurden zur Feststellung des Einflusses verschiedener Lichtstärke und Dunkelheit sowie der Temperatur unternommen. Versuche im Sonnenlicht ergaben, daß nicht das Licht allein, sondern auch seine Wärmewirkung einen starken Einfluß auf die Schädigungen ausübte. Alle Teile von Blättern, die während der Sonnenlichtversuche teilweise mit Staniolpapier oder durch andere Blätter überdeckt waren, auch die Unterseite von oberseitig besonnten Blättern, zeigten zunächst keine Verfärbung. Solche Teile, die streifendes Sonnenlicht erhielten, bräunten sich später als die senkrecht zum einfallenden Licht gestellten Blätter. Man kann als sicher annehmen, daß an den Stellen starker Insolation sowie an der Oberseite der besonnten Blätter eine höhere Temperatur herrschte als an den Teilen, die streifendes Licht erhielten oder an der Blattunterseite. Wurde vergleichsweise ein Staniol- und ein schwarzer Papierstreifen bei Sonnenlichtversuchen angewandt, so stellte sich die Blattbräunung zuerst unter dem schwarzen Papier ein, nachdem sich bereits die unbedeckten Teile zuvor verfärbt hatten. Wenn wir berücksichtigen, daß TRÖNDLE festgestellt hat, daß das Licht die Permeabilität des Protoplasmas erhöht, und daß das Licht die Assimilation fördert und die Öffnung der Stomata veranlaßt, so sehen wir das Eindringen und leichtere Umsichgreifen des Giftes im Gewebe doch wohl am meisten vom Lichte begünstigt, aber auch abhängig von einer gewissen Temperatur und zwar solcher Art, daß durch erhöhte Temperatur die Zerstörung des Plasmas durch CNH-Einwirkung gefördert wird. Es erscheint darnach auch verständlicher, daß die Unterschiede der Ergebnisse bei diffusem Lichte und Dunkelheit nicht so groß waren wie im Vergleich zur Sonnenwirkung, da im ersteren Falle die Temperatursteigerung nicht so bedeutend war.

8. Es konnte ferner festgestellt werden, daß in manchen Fällen *(Prunus Cerasus:* Blatt unterseits ganz, halb und nicht abgedichtet) lediglich die Spaltöffnungen als Eintrittstellen für das CNH-Gas in Betracht kamen. Andererseits zeigte sich auch bei geschlossenen Spaltöffnungen eine Schädigung, aber im letzteren Falle benötigte das Gas eine längere Zeit zum Eindringen oder es

konnte die Einwirkung auch durch Verstärkung der Giftgabe, also durch größeren Druck, beschleunigt werden. War das Gift dann einmal ins Innere der Pflanze gelangt, so konnten die Gefäße das raschere Vordringen bewerkstelligen, wie sich an den Verfärbungen sehen ließ.

9. Diese Verfärbungen fanden bei mikroskopischer Untersuchung ihre Begründung in dem stufenweisen Verfall der Zellen und ihren Inhalten. Wie lebenskräftig in manchen Fällen die Zellen sein können, bewies die Untersuchung von beschädigten Blättern von *Prunus Laurocerasus*, dessen Blattgewebe die vergifteten Blatteile — durch Bildung einer Kallusschicht an der Grenze der erkrankten Stellen — abstieß.

10. Assimilation und Atmung werden gehemmt oder schwerer geschädigt.

11. Ebenso wurde auch die Protoplasmabewegung bei Wasserpflanzen und Blütenhaaren bei gewissen Bedingungen durch CNH-Lösungen zum Stillstand gebracht und konnte durch Wegnahme des Giftes wieder eintreten.

12. Versuche mit *Oxalis acetosella* zeigten, daß auch die nastischen Bewegungen durch CNH-Einwirkung zum Stillstand kamen, ohne daß die Pflanze an sich gelitten hatte.

Für die Praxis können auf Grund der Untersuchungen die nachstehenden Folgerungen gezogen werden: Da das Gas eine gewisse Zeit benötigt, um in solcher Menge eindringen zu können, daß eine Schädigung erfolgt, so sollte man lieber stärkere Giftgaben kürzere Zeit als schwächere längere Zeit anwenden. Es darf allerdings die Gasmenge nicht so hoch steigen, daß infolge des Druckes, der sich in dem Vergasungsraum entwickelt, das Gas gewissermaßen in die Zellen hineingepreßt wird. Es sollte ferner die Einwirkung des Sonnenlichtes sowie eine zu hohe Temperatur vermieden, die Vergasung also an trüben oder kühlen Tagen vorgenommen werden. Die Unterschiede zwischen der Einwirkung des diffusen Lichtes gegenüber einer Vergasung in Dunkelheit sind nicht allzu erhebliche. Pflanzen mit jungen Blättern sollte man nur sehr vorsichtig vergasen. Je kräftiger eine Pflanze ist, desto besser wird sie eine Vergasung überstehen.

Manche der Folgerungen decken sich mit den seitherigen Erfahrungen der Praxis und die anderen werden hoffentlich noch ausgeprobt werden und wieder einen Schritt aufwärts führen.

Botanisches Institut Frankfurt a. Main.

14. H. Schroeder: Untersuchungen an Geophilen.

I. Über *Paris quadrifolius* L.

(Erste vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 20. November 1920. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

§ 1. Der Vegetationsrythmus von *Paris* ist folgender: Im Spätsommer beginnt der Laubsproß, der im kommenden Frühling über die Erde treten soll, sein Streckungswachstum und setzt dieses bis in den Herbst fort, ohne in der Regel aus dem sich gleichzeitig verlängernden scheidenförmigen Niederblatt auszutreten. Ich maß Ende September 1919 Scheidenblattlängen von 2 bis 4 cm (Material aus einer Kultur im ungeheizten Glashause) und Ende Oktober 1920 solche von 2 bis 6, vereinzelt 7 cm (Pflanzen vom natürlichen Standort). Für die Zeit vom 19. 8. bis 1. 11. 1920 beobachtete ich in Kulturen Längenzunahmen von 1,5, 2 und 3 cm. Die im Herbste erreichten Sproßlängen schwankten nach den Außenumständen. In Wasserkulturen (siehe § 2) fand ich am 1. 11. bei Lichtabschluß Scheidenlängen von 5 cm an der Hauptachse und 3,5 cm an einem Rhizomseitenzweig, bei Lichtzutritt solche von 1,5 bis 1,7 cm an Hauptachsen und 0,75 cm an einem Zweigrhizom. Der Sproß selbst war in der Dunkelkultur 0,5 und 0,8 cm hinter der Scheidenspitze zurückgeblieben, bei Hellkulturen[1]) füllte er die Scheide völlig aus oder hatte sie durchbrochen. Daher waren die Längenunterschiede der Sprosse etwas geringer, blieben nichtsdestoweniger beträchtlich: Dunkelkultur: Hauptachsensproß 4,5 cm, Seitenrhizomsproß 2,7 cm; Hellkultur: 1,5 bis 1,8 und 1 cm. Scheide und eingeschlossener Sproß sind im Lichte wie im Dunkeln in ihren basalen Teilen gekrümmt, so daß die Spitzen bereits im Herbst nach oben zeigen.

Währenddessen bleibt die Endknospe des (nach SCHUMANN) monopodialen Rhizoms ungestreckt. Sie ist Anfang November als einige Millimeter langer zugespitzter Höcker am inneren Grund des Scheidenblattes zu finden.

In diesem Zustande überwintert die Pflanze. Im Frühjahr nimmt zuerst der Sproß das Wachstum wieder auf, erscheint über dem Boden und entfaltet sich. Inzwischen (beginnend 1920 im April) streckt sich die Rhizom-Endknospe und bildet, wie bekannt, 2 bis 4, in der Regel 3 Internodien, um danach stillzustehen und den Laubtrieb für das nächste Jahr in der beschriebenen Weise vorzutreiben.

---

[1]) Unter Wasser, so daß der Sproß bis herab zur Ansatzstelle (und ebenso das Rhizom) dem Lichte ausgesetzt war.

Sowie man sich also nicht mit der Beobachtung der oberirdischen Vorgänge begnügt, erkennt man, daß die Ruhezeit der ganzen Pflanze auf die Wintermonate beschränkt ist. Während der warmen Jahreszeit wachsen nacheinander und vorübergehend nebeneinander Laubsproß I, Rhizom und Laubsproß II. Ob ein „Treiben“ des Laubsprosses in der Zeit von November bis Januar möglich ist, habe ich bisher nicht untersucht, im Februar gelang es, die Rhizom-Endknospe blieb dabei anscheinend unbeeinflußt.

Die Tiefenlage des Rhizoms dürfte mit dem Standort wechseln. In Kulturen (Gartenerde mit Sand in Holzkisten) erzielte ich Abwärtskrümmung des Rhizoms nur bei ganz oberflächlicher (1 bis 2 cm tiefer) Pflanzung, Aufwärtskrümmung erst bei verhältnismäßig tiefer Lagerung (etwa 15 bis 30 cm). Dazwischen liegt eine ziemlich breite Region der Indifferenz, deren Grenzen ich nicht genauer nachgeforscht habe.

§ 2. Das Rhizom von *Paris* ist relativ widerstandsfähig. Während zum Beispiel Wurzelstöcke von *Polygonatum* unter Wasser in kurzer Zeit verfaulten, ließ sich *Paris* ohne besondere Kautelen mit untergetauchten Rhizomen kultivieren. Ich war in der Lage, an einem submers in KNOPscher Lösung gehaltenen Rhizom wochenlang die Geschwindigkeit der Zuwachsbewegung zu messen. Nachdem ich diese Resistenz erkannt hatte, brachte ich im Februar 1920 einen großen Glashafen mit mehreren untergetauchten Rhizomen ins geheizte Zimmer, wo ich sie in einiger Entfernung vom Fenster ohne jeden Lichtschutz aufstellte. Am 3. März waren bei zwei Exemplaren, die ich besonders beobachtete, die Laubtriebe ein großes Stück aus den Scheiden getreten, sie maßen 6 und 7 cm. Nunmehr verdunkelte ich die eine Pflanze vollständig (Rhizom und Laubsproß); die übrigen verblieben unter den bisherigen Bedingungen. Der Laubtrieb der verdunkelten Pflanze vergeilte und war am 8. 4. ohne Blatt- oder Blütenentfaltung verschimmelt. Das belichtete Exemplar öffnete am 6. 3. bei noch nach oben zusammengeschlossenem Laubblattquirl (Länge des Einzelblattes 1,5 cm) seine die Blattspitzen etwas auseinanderdrängende Blüte, ohne das Streckungswachstum der Laubsproßachse damit einzustellen. Ebenso nahmen die Laubblätter noch geraume Zeit an Länge zu (Einzelblatt am 10. 3.: 2,5; am

23. 3.: 4 bis 4,5 cm) und entfalteten sich schließlich in normaler Weise, so daß als anormal in der Hauptsache das Vorauseilen der Blüte anzusehen ist. Die künstlich selbstbestäubte Blüte zeitigte eine wohlausgebildete Beere. In den ersten Tagen des April (wohl nicht früher als bei Freilandpflanzen) wurde die Streckung der Rhizom-Endknospe äußerlich erkennbar.

Bis zum 23. 8. hatte die Dunkelpflanze drei Internodien von insgesamt 6 cm Länge gebildet. Das hinterste war scharf aufwärts gekrümmt (Winkel ca. 50°), so daß der Ansatz der Sproßknospe für 1921 ungefähr 4,5 cm höher lag als die Narbe des diesjährigen Laubtriebes (Elevation also 4,5 cm). Desgleichen hatte der Zuwachs eines Seitenzweiges (Rhizoms) energisch nach oben gestrebt (Elevation ca. 2 cm). Bei den vier belichteten Individuen hingegen waren die neugebildeten Teile der Rhizome abwärts gerichtet. Es wurden drei gemessen; Zuwachslängen: 1,5, 3 und 4 cm. Die Depression betrug bei allen gleichmäßig ungefähr 1 cm. Als Krümmungswinkel maß ich 50° und zweimal 20°. (In einem der beiden letzten Fälle war das erste Internodium horizontal weitergewachsen und erst das zweite gekrümmt. Daraus erklärt sich die Übereinstimmung in der Niveauverschiebung bei gleichem Krümmungswinkel, aber verschiedener Zuwachslänge)[1].

Die verglichenen Exemplare wuchsen, abgesehen von dem Fehlen des Lichtes bei dem einen, unter identischen Außenbedingungen (die Rhizome in einigemale erneuertem Wasser, nicht in mineralischer Nährlösung, so daß auch im Hellen die Entwicklung von Algen fast ganz unterblieb). In geringem Abstand von der Oberfläche unter Wasser montiert, reagiert also das Rhizom bei natürlich periodischer Belichtung der ganzen Pflanze mit Abwärtskrümmung, auf dauerndes und vollständiges Verdunkeln mit Aufwärtskrümmung. Ob der Laubsproß, oder das Rhizom, oder beide perzipierten, läßt dieser Versuch unentschieden. Daß der Laubsproß als Perzeptionsorgan fungieren kann, ergibt ein anderer Versuch, in welchem der Laubsproß verdunkelt war und das im Boden wachsende Rhizom trotz flacher Einbringung (2 cm) aufwärts wuchs (Zuwachs gering; Krümmung trotzdem unverkennbar.)

§ 3. Da das Streckungswachstum des Laubsprosses zeitlich nicht mit dem des Rhizomes zusammenfällt, war folgender Versuch möglich: Am 30. 7. 1919 pflanzte ich ausgesucht geradspitzige Rhizome nach Entfernung des oberirdischen Sprosses in vertikaler

---

[1] Die Rhizome lagen dem Schalenboden auf. Dieser Mißstand wird in neuen Versuchen vermieden werden.

Lage in den Boden, und zwar sowohl flach (2 cm), als tief (40 cm), jedesmal eines mit der Endknospe aufwärts, ein anderes mit der Endknospe abwärts gerichtet. Am 30. 9. fand ich die beiden aufrecht gestellten Rhizome ohne Rücksicht auf die Tiefenlage um 90° gekrümmt und 1 bis 2 cm horizontal weitergewachsen. Von den invers gestellten zeigte das eine das gleiche Verhalten, während das zweite überhaupt keinen Zuwachs erkennen ließ. Im folgenden Sommer[1] (1920) wuchs von den ursprünglich mit der Spitze nach oben gepflanzten Rhizomen das erste, nunmehr in normaler Tiefenlage gehaltene (6 cm) horizontal weiter, das übermäßig tief vergrabene steil nach oben (Krümmungswinkel ca. 60°; Zuwachslänge etwa 4,5 cm; Elevation ca. 4 cm). Entsprechend verhielten sich die im Vorjahre invers gestellten. Das in normaler Tiefe befindliche wuchs horizontal fort, das zu tief gelagerte steil nach oben (Krümmungswinkel ca. 40°; Zuwachs 3,5 cm; Elevation 2,5 cm).

Ich folgere aus diesem Versuch, daß das Rhizom infolge transversalen Geotropismus sich in jeder Tiefenlage horizontal orientiert, und daß erst der Einfluß des Laubsprosses bei unnormaler Tiefenlage abweichend gerichtetes Wachstum bewirkt. Ich mache dazu folgende Anmerkung: Damit der getriebene Laubsproß Aufwärtskrümmung des Rhizoms veranlasse, braucht er nicht notwendig zu assimilieren (siehe den am Schluß von § 2 mitgeteilten Versuch). Es wirkt demnach Abwesenheit des Sprosses anders als seine Gegenwart bei fehlender Assimilation. Nach der oben gezogenen Folgerung ist zu erwarten, daß entsproßte Rhizome, horizontal gepflanzt, gleichgültig in welcher Tiefe sie liegen, geradeaus weiterwachsen. Fünfzehn teils im April, teils im Juli derart behandelte Rhizome entsprachen in ihrer Mehrzahl dieser Erwartung, doch verzeichne ich drei unerklärte Ausnahmen, weshalb ich mich hierüber erst nach Abschluß neuer, methodisch vollkommenerer Versuche äußern werde. Den Weg zu diesen wies die folgende Beobachtung.

§ 4. Ende Juli 1919 amputierte ich drei Rhizomen die Spitzen. Bei einem hatte ich nicht mehr als knapp 6 mm weggeschnitten. Das Rhizom wuchs danach, wie ich am 1. 10. feststellte, unverzweigt weiter. Im Jahre 1920 schickte es keinen Laubsproß über den Boden, doch ging das Rhizomwachstum weiter. Am 19. 8. maß der Jahreszuwachs 3 bis 4 cm. Wurde ein größeres Stück der Spitze entfernt, so trat Verzweigung ein, in beiden untersuchten Fällen in der Weise, daß aus dem unmittelbar auf die Schnittfläche folgenden Knoten sowie aus einem weiter zurückliegenden noch im gleichen Jahre je ein kurzer Seitenzweig hervorsproßte, der im folgenden Jahre ohne Ausbildung eines Laubsprosses weiterwuchs, während vorn der Internodialstummel sich nicht veränderte. Bei einem der eines größeren Teiles der Spitze beraubten Rhizomes waren hinter der Wunde zwei Knoten des gleichjährigen Zuwachses stehen geblieben; jeder trug einen Seitenzweig. Bei einem anderen Individuum war nur einer der gleichjährigen Knoten erhalten, er trieb aus und außerdem mit Überspringen des folgenden Knotens, an welchem der vorjährige Laubsproß inseriert gewesen war, der nächste Knoten des im vorausgegangenen Jahre erzeugten Rhizomstückes. Verzweigung der Rhizome sind nicht so selten, wie das zuweilen (SCHUMANN) behauptet worden ist. Ich habe deren sowohl in meinen Kulturen wie im Freien viele gesehen, indeß, in Einklang mit dem soeben Mitgeteilten, niemals an dem die Laubsproßnarbe tragenden Knoten einen Seitenzweig beobachtet. Über die Bedingungen für das Zustandekommen der Verzweigungen, worunter wohl auch Standorteigentümlichkeiten fallen werden (daher die widersprechenden Angaben), hoffe ich später einmal berichten zu können.

---

[1] Die Laubtriebe dieses Jahres, das heißt hier wie überhaupt in diesem Aufsatze die in diesem Jahre oberirdisch erscheinenden und assimilierenden Sprosse, wurden nicht entfernt.

Bei dem zuerst besprochenen Rhizom dachte ich anfangs an Regeneration, heute dünkt es mir wahrscheinlicher, daß ich nur die bereits etwas vorgetriebene Knospe des nächstjährigen Laubsprosses abgeschnitten habe, so daß die unversehrte Rhizom-Endknospe ungestört weiterwachsen konnte. Eine morphologische Untersuchung, die leicht eine Entscheidung bringen konnte, habe ich leider versäumt.

Wie dem nun sei, jedenfalls lehren diese Beobachtungen, daß es möglich ist, *Paris* ein Jahr (oder länger?) willkürlich bei rein unterirdischem Wachstum zu kultivieren. Die damit gegebene Erweiterung der Methodik will ich in bereits vorbereiteten Versuchen im nächsten Sommer ausnutzen.

Ich hoffe, meine Untersuchung im nächsten Herbst zum Abschluß zu bringen und dann ausführlich unter Beifügung von Belegbildern über dieselbe zu berichten. Für diese Gelegenheit spare ich mir die Besprechung der Literatur und die allgemeinen Erörterungen auf (eingeschlossen die Frage nach dem bei der

Perzeption der Tiefenlage wirksamen Reiz). Bis dahin sind die vorn stellenweise gezogenen Schlüsse als vorläufige Arbeitshypothesen anzusehen, deren Revision nicht ausgeschlossen ist.

Kiel, den 17. November 1920

15. Karl Boresch: Phykoerythrin in Cyanophyceen.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 4. Dezember 1920. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Meine nunmehr abgeschlossenen Untersuchungen über die wasserlöslichen Farbstoffe einer größeren Zahl von Cyanophyceen werden a. a. O. veröffentlicht werden. Hier sollen nur die Befunde an *Phormidium Retzii* (Ag.) Gom. var. *nigro-violacea* Wille n. v., von welcher diese Untersuchungen ihren Ausgangspunkt genommen haben, mitgeteilt werden. Es ist jene Alge, deren Färbung vom Eisengehalt des Nährsubstrates abhängt[1]). Um Raum zu sparen, sei von der Besprechung der bisherigen Literatur Abstand genommen, was in der ausführlichen Publikation nachgetragen werden soll. Erwähnt sei nur, daß bisher, von vereinzelten Angaben abgesehen, der in Wasser lösliche Farbstoff der Blaualgen als Phykocyan bezeichnet und in mehreren Modifikationen beschrieben wurde, das ausgedehnte Vorkommen von Phykoerythrin in Cyanophyceen aber bis heute unbekannt war.

Die olivgrün oder olivbraun, auch sepiabraun gefärbten Rasen des in Kölbchenkulturen gezüchteten und nur mit Bakterien verunreinigten *Phormidium Retzii* wurden bei ca. 45° C getrocknet, mit Quarzsand verrieben und mit wenig Wasser (10 ccm pro 0·1 g Trockensubstanz des vor der Pulverisierung gewogenen Rasens) unter Toluolzusatz bei Zimmertemperatur extrahiert. Man erhält so intensiv blauviolett oder rotviolett gefärbte Lösungen, welche in venetianischroter bis rotbrauner Farbe, manchmal aber fast rein karminrot, sehr lebhaft fluoreszieren. Im Vergleichsspektroskop von Zeiß zeigen diese Lösungen zwei starke Absorptionsbänder, das eine im Rot zwischen den FRAUENHOFERschen Linien C und D, das andere im Grün zwischen D und E. Gewöhnlich war das letzere Band stärker als das im Rot; ich erhielt aber auch Extrakte, wo dieses Verhältnis ein umgekehrtes war. Die rein subjektive Beobachtung der Absorptionsverhältnisse solcher Lösungen im Vergleichsspektroskop reichte zwar für die erste Orientierung aus, wurde aber, als sich die Notwendigkeit einer kurvenmäßigen Darstellung derselben ergab, verlassen und durch exakte Messungen mit Hilfe eines KÖNIG-MARTENSschen Spektralphotometers der Fa. SCHMIDT und HAENSCH ersetzt. Es bietet außerdem den großen Vorteil, daß zur Füllung der mit einem SCHULZEschen Glaskörper versehenen Küvette nur sehr wenig Lösung gebraucht wird. Die Messungen wurden bei möglichst engem Bilateralspalt und ebensolchem Okularspalt im Dunkelzimmer vorgenommen, als Lichtquelle diente eine Bogenlampe.

---

[1]) Diese Berichte, 38 (1920), 286 und Zeitsch. f. Bot. 13 (1921).

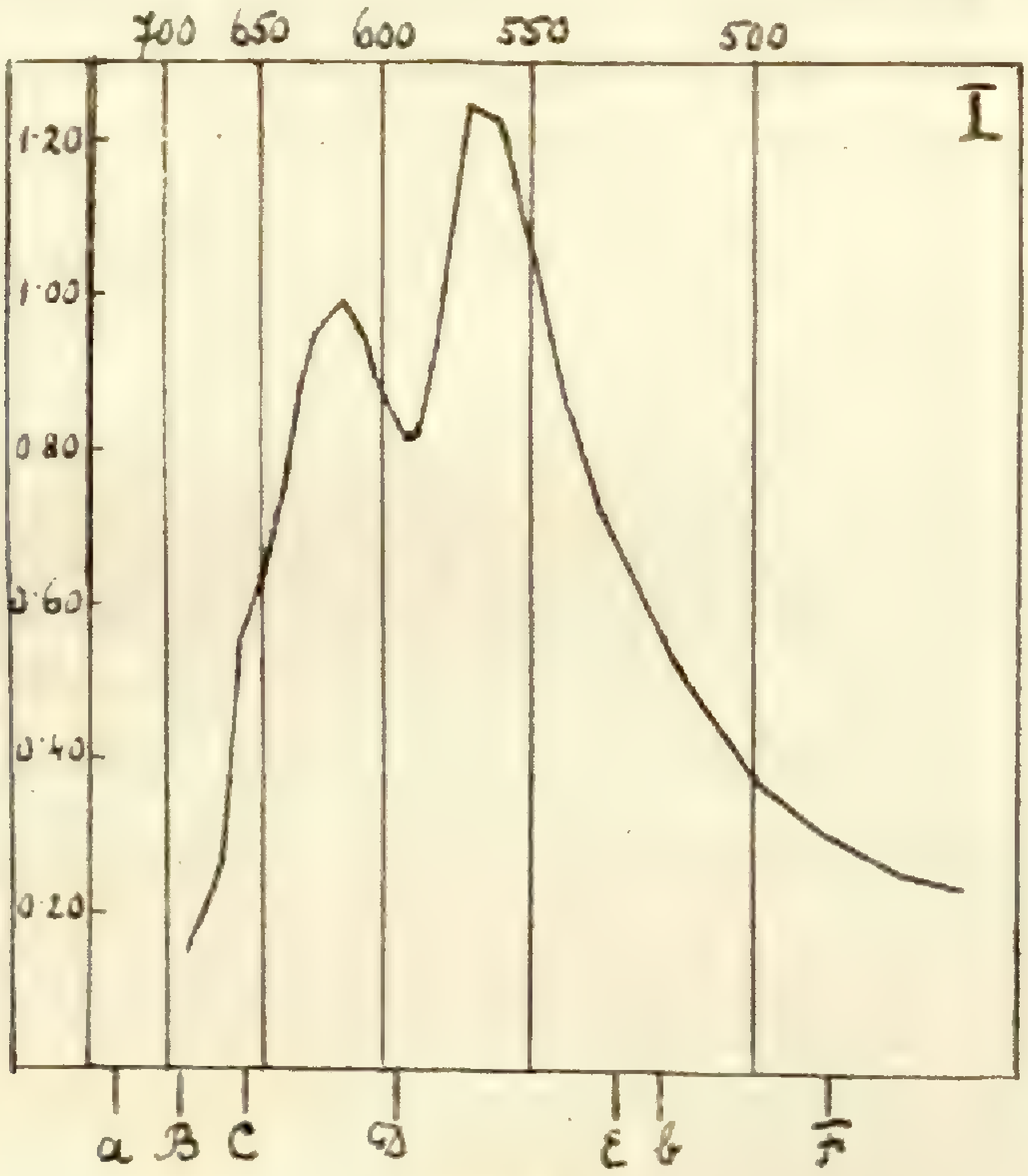


Abb. 1.

Der Raumersparnis wegen muß die Mitteilung der den Absorptionskurven zugrundeliegenden Messungen unterbleiben. Erwähnt sei nur, daß in der Kurve I 26, in Kurve II 25, in III 21 und in IV 20 Punkte durch Messung ermittelt wurden. In allen Kurvenbildern ist auf der Abszisse die Wellenlängenskala eines Prismenspektrums aufgetragen, die Ordinaten sind die für die einzelnen Wellenlängenbezirke ermittelten relativen Absorptionskoeffizienten.

Die obenstehende Kurve I zeigt die Absorption eines intensiv blauviolett gefärbten und braunrot fluoreszierenden, vom Algenrückstand abfiltrierten Wasserextraktes. Es entstammt einer schwärzlich-olivgrünen, in Nährlösung gewachsenen Kultur des genannten *Phormidiums*. Die Kurve zeigt einen etwa bei der FRAUNHOFERschen Linie C einsetzenden steilen Anstieg der Extinktion zu einem Maximum im Rot bei λ 614·5, dann fällt sie bis zu einem dicht bei D liegenden Minimum ab, um sich nochmals zu einem stärkern Maximum nahe an λ 550 zu erheben; von diesem zweiten Maximum im Grün fällt die bis hinter F ins Blau verfolgte Kurve gleichmäßig ab.

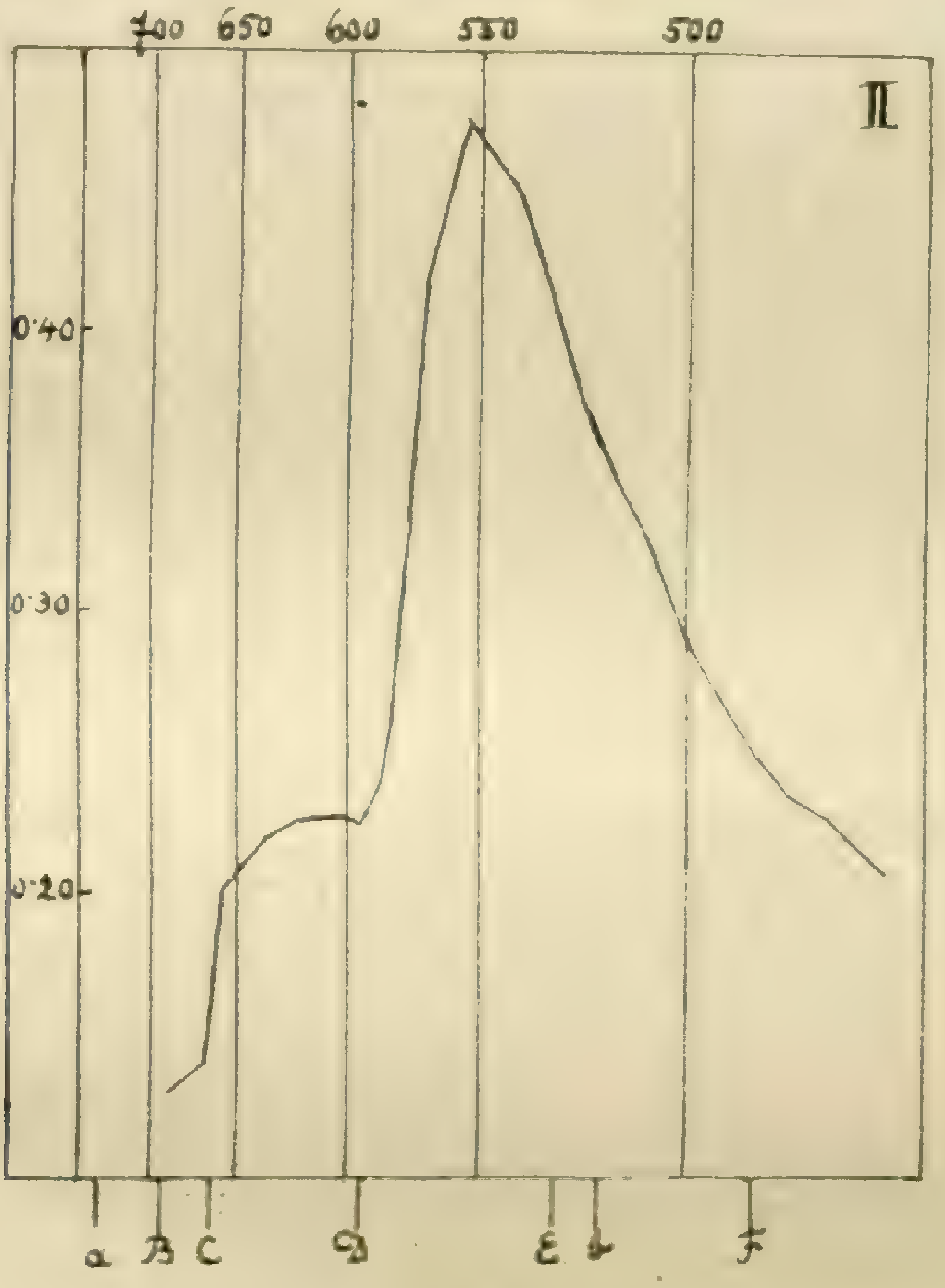


Abb. 2.

Der auf dem Filter verbliebene Algenrückstand, welcher das eben beschriebene blauviolette Filtrat geliefert hatte, wurde nun nochmals durch 12 Stunden mit wenig Wasser ausgelaugt, es ging abermals Farbstoff in Lösung; dieses zweite Extrakt aber war bläulichrosa gefärbt und besaß eine ausgesprochen orangefarbene, sehr auffällige Fluoreszenz. Nach dem Filtrieren wurde es gleichfalls spektrophotometriert.

Die Kurve dieses zweiten Extraktes (II) ist gekennzeichnet durch die starke Absorption im Grün mit dem Maximum nahe an λ 550, welches sich mit dem zweiten Maximum des ersten Extraktes deckt; das im Rot gelegene Maximum dieses ersten Extraktes (Kurve I) findet sich hier nur mehr in Form eines kleinen, zwischen C und D gelegenen Höckers; das Minimum bei D ist dementsprechend fast verschwunden. Hingegen ist der Abfall der Absorption von λ 550 im Grün bis Blau über F hinaus auch bei dieser Kurve ein gleichmäßiger.

Dieser Befund macht es schon sehr wahrscheinlich, daß das *Phormidium Retzii* außer einem blauen Farbstoff, dem Phykocyan, dessen Maximum bekanntlich zwischen C und D gelegen ist, auch noch einen zweiten Farbstoff enthält, welcher sein stärkstes Extinktionsvermögen zwischen D und E entwickelt. Derselbe scheint schwerer extrahierbar zu sein, ist rot und fluoresziert orange, während das Phykocyan die bekannte karminrote Fluoreszenzfarbe besitzt.

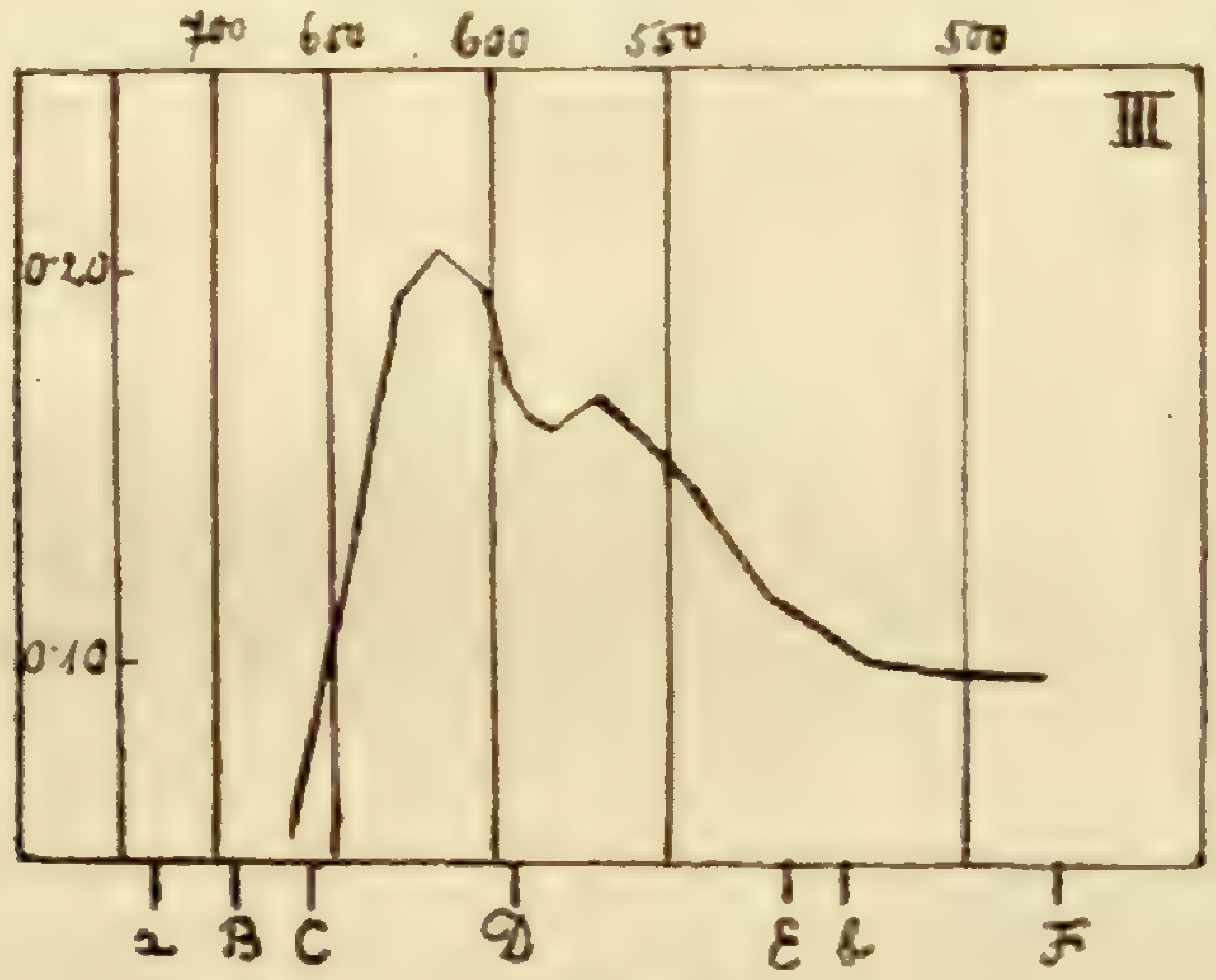


Abb. 3.

Der Beweis, daß in dem genannten *Phormidium* ein roter wasserlöslicher Farbstoff dem blauen Phykocyan beigemischt ist, wurde durch die gelungene Trennung der beiden Komponenten erbracht. Um die in Wasser löslichen Pigmente möglichst rein darzustellen, wurde das Extrakt aus dieser Alge wiederholt mit Ammoniumsulfat umgefällt und die wiederaufgelöste Fällung jedesmal zwischenher filtriert. Dabei fiel es mir auf, daß die durchlaufende, anfänglich rotviolette, und rotbraun fluoreszierende Lösung immer blauer und ihre Fluoreszenzfarbe immer röter wurde, bis schließlich nach der sechsten Umfällung ein wenn auch schwach gefärbtes, doch deutlich rein blaues und lebhaft karminrot fluoreszierendes Filtrat resultierte. Die Papierfilter färbten sich jedesmal rosarot an, die Papierfasern selbst zeigten im Mikroskop rote Tinktion. Um den gleichen Effekt zu erzielen, genügt es, das ursprüngliche Extrakt wiederholt durch ein und dasselbe Filter zu filtrieren, die Umfällung mit Ammonsulfat ist hierfür belanglos. Offenbar wird also die rote Komponente des Extraktes durch das Filter allmählich zurückgehalten, jedenfalls stärker als die blaue, obwohl auch diese, nach der geringen Intensität der schließlichen Lösung zu urteilen, eine starke Verminderung erfahren hat. Die resultierende hellblaue Lösung mit karminroter Fluoreszenz ergab spektrophotometriert eine Absorptionskurve (III) mit einem ausgeprägten, zwischen C und D gelegenen Maximum, und ist somit

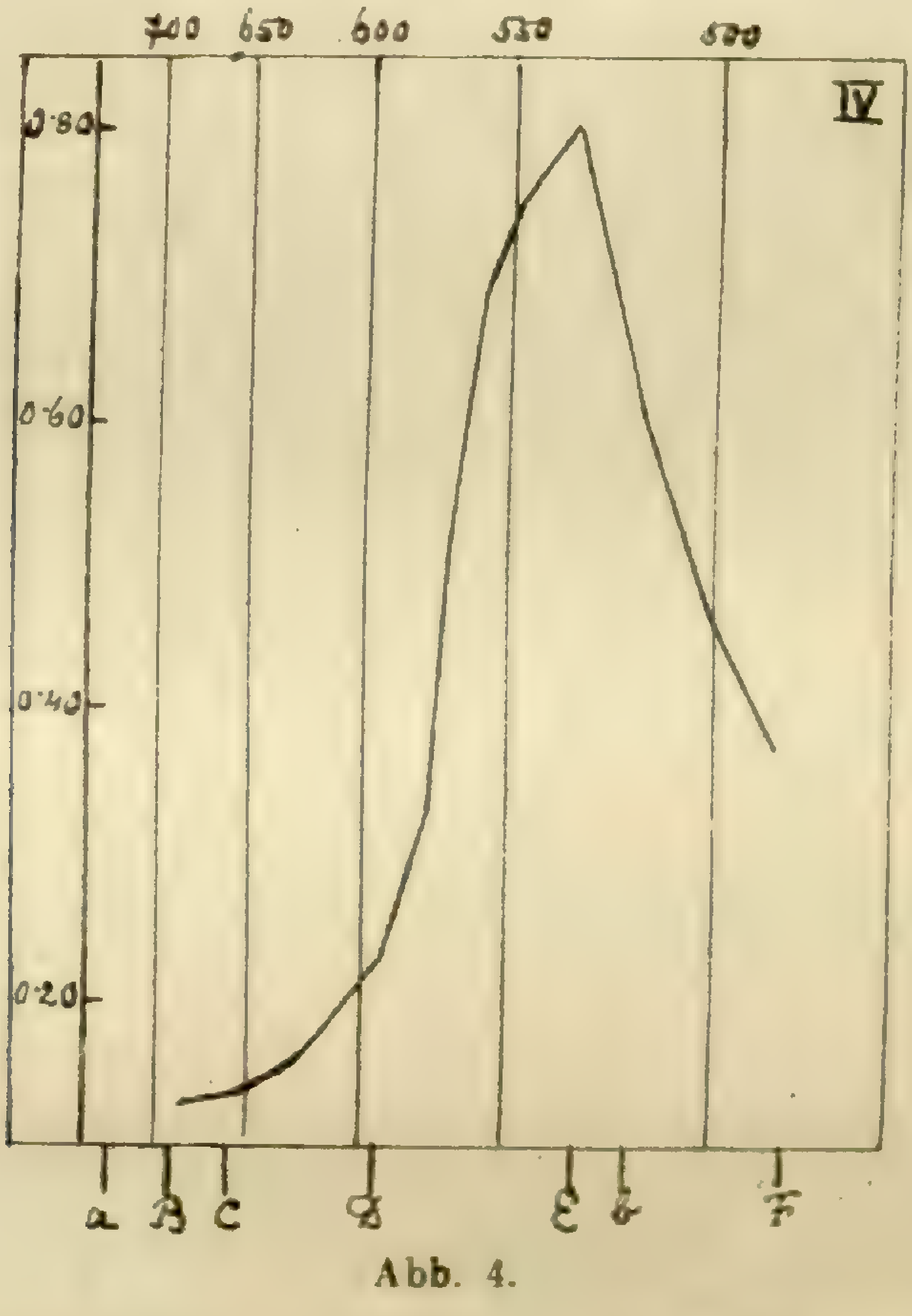


Abb. 4.

als Phykocyanlösung zu bezeichnen; das zweite, der roten, vom Filtrierpapier zurückgehaltenen Komponente angehörige Maximum im Grün zwischen D und E ist nurmehr als eine kleine Zacke zu erkennen.

Bei diesen Trennungsversuchen wirkt das Filtrierpapier als Adsorbens, der rote Farbstoff wird von demselben stärker adsorbiert als das Phykocyan. Dies zeigen auch die folgenden kapillaranalytischen Versuche. Bringt man einen Tropfen eines konzentrierten *Phormidium*extraktes auf Filtrierpapier, so zeigt er bei seiner Ausbreitung eine rasche Sonderung in eine rein blaue Peripherie und ein rötliches Zentrum. Hängt man einen Filtrierpapierstreifen in eine solche Lösung, so bildet sich zu oberst in der aufsteigenden Flüssigkeit ein rein blauer Saum aus. Nach diesen Beobachtungen könnte man dem Phykocyan gegenüber dem roten Farbstoff eine größere Elektronegativität zusprechen.

Dieses Verhalten der beiden Farbstoffe beobachtete ich besonders schön an einem ziemlich dichten Filter, durch welches das Extrakt nur sehr langsam filtrierte. Es bildete sich ein intensiv rot gefärbter Streifen über dem Niveau der Flüssigkeit im Filter aus, überlagert von einem schmalen, rein blauen Streifen. Der rote Streifen wurde ausgeschnitten, der adsorbierte rote Farbstoff in sehr wenig Wasser gelöst. Die Lösung war intensiv rosa gefärbt, hatte fast dieselbe Nuance wie eine Lösung von Rose bengale und zeigte eine prachtvolle orangefarbene Fluoreszenz. Die spektrophotometrische Messung lieferte die abgebildete Kurve IV. welcher das Phykocyanmaximum zwischen C und D vollständig fehlt und nur das Maximum der roten Komponente — diesmal liegt er etwas rechts von λ 550 — eigen ist.

Die solcher Art isolierte rote Komponente besitzt also in Lösung eine rosarote Farbe, fluoresziert orange und hat ein Absorptionsmaximum zwischen D und E. Diese drei Momente, verbunden mit dem auch sonst gleichartigen chemischen Verhalten, erheischen es, daß man dieses rote wasserlösliche Pigment unseres *Phormidiums* als Phykoerythrin bezeichnet. Von dem Phykoerythrin der Rhodophyceen unterscheidet es sich aber durch sein Absorptionsspektrum mit einem einzigen Maximum, während jenes bekanntlich 3 Maxima hat, von denen das dritte nahe an F für das Florideenphykoerythrin besonders charakteristisch ist.

Mit dem Nachweis dieser beiden Farbtoffe im *Phormidium Retzii* sind die Schwankungen in der Farbe, besonders aber der Fluoreszenzfarbe der Wasserextrakte derselben erklärt. Mischt man Phykocyan mit Phykoerythrin, so erhält man je nach dem Mengenverhältnis der beiden Farbstoffe all die Tönungen, welche verschiedene Extrakte aufweisen, und die Fluoreszenzfarbe geht mit steigendem Zusatz des Phykoerythrins von Karminrot über Bräunlichrot, Rotbraun, Bräunlichorange in reines Orange über.

Mit der Feststellung, daß die wasserlöslichen Farbstoffe der Cyanophyceen nicht einheitlich sein brauchen, war der Schlüssel zu einer methodischen Untersuchung dieser Pigmente in anderen Arten gegeben. Nach diesen anderwärts zu veröffentlichenden Untersuchungen tritt das hier in *Phormidium Retzii* aufgefundene Phykoerythrin recht verbreitet in Blaualgen auf.

Prag, im November 1920.

Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität.

L. Kny-Heft*).

Sitzung vom 24. März 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Als neues Mitglied wird vorgeschlagen Herr
Collander, Dr. **Runar** (durch F. ELFVING und W. BRENNER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:
Schnegg, Dr. **H.**, Professor in **Weihenstephan**,
Crüger, Dr. **Otto** in **Marburg**,
Rehnelt, **Friedr.** in **Gießen**,
Vogt, Dr. **Ernst** in **Berlin-Dahlem**,
Metzner, Dr. **Paul** in **Leipzig**,
Czaja, Dr. **Alphons Theodor** in **Jena**,
Seifert, Dr. **Fritz** in **Jena**,
Röber, **Friedrich** in **Dresden-A.**,
Raum, Dr., Regierungsrat in **Weihenstephan**.

Der Vorsitzende teilt mit, daß er im Namen des Vorstandes Herrn Dr. h. c. L. GEISENHEYNER in Kreuznach zu seinem 80. Geburtstage am 8. März d. J. ein Glückwunschschreiben gesandt habe und daß von dem Jubilar ein Dankschreiben eingelaufen sei.

Ferner widmete der Vorstand im Namen der Gesellschaft unserem Korrespondierenden Mitgliede Herrn Professor Dr. M. W. BEIJERINCK in Delft anläßlich seines 70. Geburtstages am 16. März d. J. folgende Glückwunschadresse:

Hochgeehrter Herr Professor!

Zu der Vollendung Ihres 70. Lebensjahres sendet Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft die herzlichsten Glückwünsche. Sie gibt der Hoffnung Ausdruck, daß es Ihnen vergönnt sein möge, Ihre reichen Forschergaben noch recht lange tatkräftig in den Dienst der Wissenschaft stellen zu können.

Es ist nicht das erste Mal, daß unsere Gesellschaft Anlaß nimmt, sich gern Ihrer großen wissenschaftlichen Verdienste zu erinnern. Im Jahre 1907, wo die Deutsche Botanische Gesellschaft das Jubiläum ihres 25jährigen Bestehens feierte, beschloß die in Dresden tagende Generalversammlung, Sie in Anerkennung Ihrer

---

*) Gestiftet von seinen Kindern.

Leistungen besonders auszuzeichnen und ernannte Sie zum Korrespondierenden Mitgliede der Gesellschaft. Wir freuen uns, Sie seitdem in unserem Kreise zu wissen.

Wir fühlen Ihnen nach, daß es eine besondere Genugtuung für Sie sein muß, Ihr bisheriges großes Lebenswerk im Dienste der Botanik zu überblicken. Zahlreiche geschätzte Arbeiten sind aus Ihrer Feder hervorgegangen, und viele Jünger haben sich erfolgreich bemüht, in Ihrem Geiste tätig zu sein.

Mit Vorliebe haben Sie sich dem Studium des Zusammenwirkens verschiedener Organismen und Lebensfaktoren gewidmet. Das beweisen schon Ihre grundlegenden Arbeiten über Gallen, Flechten, Wurzelknöllchen und Blattkrankheiten. Noch deutlicher kommt dieses Moment in Ihren eleganten Kulturversuchen zur Anhäufung bestimmter Mikrobien aus ökologischen Verbänden zum Ausdruck; es sei nur an Ihre Studien über die Stickstoffbakterien, die Erreger der Zellulose- und Pektingärung, die Pigmentbakterien, Leuchtbakterien und die Sulfatzerstörer erinnert. Überall verstanden Sie es mit bewunderungswürdigem Geschick, die besonderen physiologischen Eigentümlichkeiten der betreffenden Organismen herauszufinden und die Feinheiten ihrer Lebensprozesse, oft unter Benutzung biologischer Auxanogramme, zu zergliedern. Der Kreislauf der Stoffe im Boden, im Wasser und in der Atmosphäre wurde so von Ihnen in seiner Gesamtheit studiert und in seinen zum Verständnis des Ganzen nötigen Einzelheiten gründlich erforscht.

Groß ist ferner die Zahl Ihrer Arbeiten auf dem Gebiete der Hefeforschung und der für die Industrie wichtigen Gärungserreger überhaupt, z. B. auch der Milchsäure- und Essigsäure-Bakterien. Überall können wir bei diesen Studien das tiefe Eindringen in den feinen Chemismus der Fermente und die speziellen Eigentümlichkeiten der Rassen mit ihren Mutanten erkennen.

Die von Ihnen 1912 in Gemeinschaft mit holländischen Fachkollegen begründete Zeitschrift „Folia Microbiologica" ist reich an wertvollen Arbeiten und eine wahre Fundgrube für Anregungen auf dem einschlägigen Gebiete.

Mit aufrichtiger Hochschätzung gedenken wir aller Ihrer geistigen Schöpfungen und wünschen Ihnen von Herzen noch weitere große Erfolge in reger Betätigung ihrer Meisterschaft.

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Berlin, den 16. März 1921. I. A.: L. DIELS.

Mitteilungen.

16. Hermann von Guttenberg: Untersuchungen über den Phototropismus der Pflanzen.

III. Gibt es ein Sinusgesetz des Phototropismus?

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 20. Dezember 1920. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Schon im Jahre 1913 begann ich mit dem experimentellen Studium der Frage, in welchem Ausmaß die phototropische Reizung parallelotroper Pflanzenteile von der Größe des Lichteinfallswinkels abhängt. Literatur über den Gegenstand lag damals noch so gut wie keine vor, einige Angaben älterer Autoren ließen darauf schließen, daß im allgemeinen eine Abnahme der phototropen Reizung bei schrägem Lichteinfall gegenüber einer Beleuchtung mit Horizontallicht eintrete. Bei Verwendung derselben Lichtquelle und gleicher Entfernung nimmt bekanntlich die Helligkeit einer von parallelen Lichtstrahlen getroffenen ebenen Fläche mit dem cos des Einfallswinkels[1]) ab, oder mit dem sin des Komplementwinkels. Da in den zu beschreibenden Versuchen nicht die Pflanzen gegen den Lichteinfall geneigt wurden, vielmehr aufrecht stehende Pflanzen in verschiedenen Winkeln von oben und unten beleuchtet wurden, ist es für unsere Zwecke einfacher, diesen Komplementwinkel[2]) zu verwenden. Wir wollen ihn als Neigungswinkel bezeichnen. Beleuchten wir z. B. eine aufrecht stehende Koleoptile schräg von oben unter dem Neigungswinkel 30° von der Vertikalen, so erfolgt die Abnahme der Helligkeit entsprechend dem sin dieses Winkels, sie beträgt also nur 0·5 gegenüber dem Horizontallicht. Man wäre nun von vornherein geneigt anzunehmen, daß mit der Abnahme der Helligkeit eine entsprechende Abnahme der phototropen Reizung Hand in Hand ginge, daß also im gegebenen Fall die Pflanze nur halb so stark gereizt würde wie durch Horizontallicht. Dies ließe sich auf verschiedene Weise prüfen. Einmal müßten die Präsentationszeiten bei schräger Beleuchtung in demselben Maße wachsen wie die Sinuswerte der Neigungswinkel abnehmen. Wenn man mit der Kompensationsmethode arbeitet, müßte bei antagonistischer Beleuchtung Kompensation stets dann eintreten, wenn auf gegenüberliegenden Flanken gleiche Helligkeit herrscht, also z. B. dann, wenn wir die eine Seite unter dem Winkel 30° mit doppelt so großer Intensität beleuchten wie die gegenüberliegende, die von Horizontallicht getroffen wird. Ferner dürfte bei gleich starker antagonistischer Beleuchtung in gleichen Winkeln über und unter der Horizontalen keine Krümmung auftreten, beziehungsweise keine Seite bevorzugt werden. Schon meine ersten, besonders mit Koleoptilen von *Avena sativa* angestellten Versuche ergaben, daß letzteres nicht zutrifft. Werden solche Koleoptilen in gleichen Winkeln schräg von oben und unten beleuchtet, so wenden sie sich stets der oberen Lichtquelle zu, was zunächst den Anschein erweckt, daß schräg von oben einfallendes Licht einen größeren Reizeffekt auslöst, wie dieselbe Beleuchtung von unten. Eine größere Anzahl solcher Versuche war bereits mit Hilfe eines einfachen Apparates ausgeführt worden, als der Krieg mich zur Unterbrechung meiner Arbeiten zwang. Gleichzeitig erschien eine Arbeit von NOACK[1]), die dasselbe Thema behandelt. Während ich mir von der Kompensationsmethode den besten Erfolg für die Lösung der Frage versprach, verwendete NOACK die Veränderungen der Reizschwelle als Maß der Erregungshöhe bei verschiedenen Lichteinfallswinkeln. Die Ergebnisse seiner Arbeit lassen sich dahin zusammenfassen, daß für die Versuchsobjekte *Avena sativa* und *Sinapis alba*, die Reizmenge, die eben noch zu einer Krümmung führt, um so geringer wird, je steiler das Licht die Pflanze von oben trifft. Bei Beleuchtung von unten ergab sich ein sehr rasches Anwachsen dieses Schwellenwertes. Dieser betrug z. B. für *Avena*-Koleoptilen bei Lichteinfall 9° von oben 7·5 MK sec, bei 90° 12·2 MK sec, bei 160° von unten 59·6 MK sec. Für Sporangienträger von *Phycomyces nitens* wurde allerdings ein entgegengesetztes Verhalten gefunden. Bleiben wir aber zunächst bei den beiden ersten Versuchsobjekten, so ergibt sich eine Übereinstimmung mit meinen Vorversuchen, denn diese sprechen gleichfalls dafür, daß schräg von oben einfallendes Licht stärker wirkt, als solches von unten.

---

[1]) Das ist der Winkel, den die Richtung der einfallenden Strahlen mit dem Einfallslot bildet, bzw. die Abweichung vom senkrechten Lichteinfall.

[2]) Also die Abweichung vom parallelen Lichteinfall.

Ehe wir weiter gehen, ist es aber notwendig zu prüfen, ob die Voraussetzung, daß schräg von oben oder unten auf die Pflanze geleitetes Licht diese auch wirklich in diesem Winkel trifft, eine berechtigte ist. Es ist NOACK schon von anderer Seite vorgeworfen worden, daß dies besonders bei *Avena sativa* nicht der Fall ist. Die Koleoptilen dieser Pflanze sind in ihrem unteren Teile

---

1) **NOACK, KONRAD, Die Bedeutung der schiefen Lichtrichtung für die Helioperzeption parallelotroper Organe. Zeitschrift f. Botanik, VI. 1914.**

wohl annähernd parallel begrenzt, doch sind ihre äußersten Spitzen, besonders die letzten 2 mm, stark verjüngt. Hier treffen also die Strahlen bei Beleuchtung von oben in einem erheblich größeren Winkel auf als an der Basis, umgekehrt in einem kleineren Winkel bei Beleuchtung von unten. Dies wäre bei der Kleinheit des Spitzenteils wohl nicht von besonderer Bedeutung, wenn nicht die weitaus größere Lichtempfindlichkeit der Spitze gegenüber der Basis zweifellos feststünde. Auch bei *Sinapis* ist eine Verjüngung des Hypokotyls unterhalb der Kotyledonen deutlich bemerkbar. Bei Sporangienträgern muß die Schattenwirkung des Köpfchens berücksichtigt werden.

Der Gegenstand schien mir wichtig genug, um meine Untersuchungen erneut aufzunehmen. Nach wie vor hielt ich die Kompensationsmethode für besonders geeignet, um die Frage zu klären. Zur gleichzeitigen antagonistischen Beleuchtung in verschiedenen Winkelstellungen war die Konstruktion eines besonderen Apparates erforderlich, dessen Bau durch Bewilligung einer namhaften Summe seitens der Preußischen Akademie der Wissenschaften ermöglicht wurde. Ich möchte es nicht versäumen, der Akademie hierfür auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank auszusprechen. Die Schilderung der Einzelheiten des Apparates sei der ausführlichen Arbeit vorbehalten. Hier sei nur erwähnt, daß der Apparat aus zwei um eine horizontale Achse drehbaren Metallstäben (Armen) besteht, an deren Enden Laternen zur Aufnahme von Glühlampen angebracht sind. Die Arme sind in jeder Lage fixierbar, die Winkel können an einer Gradeinteilung abgelesen werden. Die Laternen lassen sich an den Armen verschieben und die jeweilige Entfernung der Lichtquellen vom Drehpunkt sich an den Stäben direkt ablesen.

Mit diesem allen Anforderungen genügenden Apparat wurde nun zunächst der optimale Lichteinfallswinkel für *Avena*-Koleoptilen bestimmt. In schmalen Kästchen wurden in einer Reihe 6—14 Koleoptilen gleicher Länge herangezogen, so zwar, daß sie bei der Exposition jeder Lichtquelle eine Breitseite zukehrten. Auf der einen Seite fiel stets Horizontallicht, auf der entgegengesetzten schräges Licht ein. Die Lichtintensitäten waren vorher durch Verschieben der Lampen an den Stäben so abgestimmt worden, daß die Helligkeit im Drehpunkt des Apparates bei Horizontallicht beiderseits gleich groß war. Als Beweis dafür dienten „Scheitelungsversuche“ mit *Avena*-Koleoptilen. Es wurde die Wirkung von 17 verschiedenen Lichtneigungswinkeln gegenüber Horizontallicht geprüft. Letzteres überwiegt stets, wenn die Gegenseite in

Winkeln von 15—65° von oben oder in Winkeln von 95—135° von unten beleuchtet wird. Wird aber die eine Seite unter 90°, die entgegengesetzte unter 70° beleuchtet, so tritt keine einheitliche Reaktion mehr ein, ein Teil der Pflanzen wendet sich zur einen, ein Teil zur andern Lichtquelle, viele bleiben gerade. Dasselbe Verhalten zeigt sich, wenn man die Neigungswinkel 90° und 75°, ferner 90° und 85° und 90° und 90° kombiniert. In all diesen Fällen tritt also Kompensation ein, es kommt entweder überhaupt zu keiner Reaktion oder bei sehr verlängerter Reaktionszeit zu geringen Aussschlägen nach der einen oder andern Seite. Wesentlich anders dagegen ist das Verhalten von Pflanzen, die antagonistisch mit 90° und 80° beleuchtet werden. In diesen Versuchen wendeten sich etwa 75 pCt. der Koleoptilen zu 80°, der Rest blieb gerade. Reaktionen zu 90° wurden nicht beobachtet. Daraus geht zunächst hervor, daß für *Avena*-Koleoptilen bei einem Neigungswinkel von 80° die stärkste phototrope Reizung erfolgt, dieser Winkel also als der optimale bezeichnet werden muß. Die Neigungswinkel 70°, 75°, 85° erzielen, wie erwähnt, ungefähr denselben Reizeffekt wie Horizontallicht. Dieses zunächst etwas rätselhafte Verhalten wird uns aber sofort verständlich, wenn wir an Stelle des basalen Teiles die hochempfindliche Spitze der Koleoptile in Betracht ziehen. An Hand einer bei schwacher Vergrößerung angefertigten Zeichnung der letzten 2 mm der Spitze, die allein eine deutliche Verjüngung zeigen, erkennt man, daß die Spitze gegen die Breitseiten der Koleoptile unter einem durchschnittlichen Winkel von ca. 10° abfällt. Licht, das von oben einfällt, trifft die Spitze also stets in einem um 10° größeren Winkel, wie die Basis, solches von unten in einem um 10° kleineren. Dem Neigungswinkel 80° entspricht demnach für die Spitze der Winkel 90°. Umgekehrt trifft Horizontallicht die Spitze unter dem Winkel 100°, der in seiner Helligkeitswirkung gleich ist dem Winkel 80°, da $\sin 100° = \sin 80°$ ist. Es ist demnach nur natürlich, wenn die Pflanzen sich dem Winkel 80° zuwenden, denn er gewährt der weitaus empfindlichsten Spitze die optimale Helligkeit. Ebenso klar wird, daß 90° und 70° sich in ihrer Wirkung auf die Pflanze kompensieren, denn für die Spitze betragen die Winkel 100° und 80° mit gleich großem Sinus, also gleicher Helligkeit.

Erstaunlich ist, daß die Keimlinge bereits die Beleuchtungsunterschiede, die sich aus der Sinusdifferenz $\sin 90° - \sin 80°$ ergeben, zu unterscheiden vermögen. Diese Differenz beträgt $1{\cdot}000 - 0{\cdot}985 = 0{\cdot}015$. Da im gegebenen Falle meist 25kerzige

Lampen in der Entfernung von 1 m verwendet wurden, hat die Pflanze die Lichtintensitäten 25 MK und 24·62 MK (Differenz 0·38 MK) unterschieden. Das stimmt sehr gut überein mit Versuchen, die ich nach der MASSARTschen Methode mit *Avena* anstellte und die die Wahrnehmung einer Differenz von 0·3 – 0·5 MK unter den gegebenen Verhältnissen ergaben. Das erklärt uns jetzt auch, warum die Lichteinfallswinkel 75° und 85° von Horizontallicht nicht mehr unterschieden werden. Für die Spitze betragen die Winkel einerseits 85° und 95°, anderseits 80°, Sinusdifferenz in beiden Fällen nur 0·011, Beleuchtungsunterschied 0·275 MK; dieser liegt somit unter der Unterschiedsschwelle.

Antagonistische gleich starke Beleuchtung in gleichen Winkeln über und unter der Horizontalen ergab auch mit dem neuen Apparat einen überwiegenden Einfluß des Lichteinfalls von oben. Dies ist nach dem eben Ausgeführten ohne weiteres verständlich. Auf die Spitze bezogen sind diese Winkel nämlich nicht gleich, sondern differieren stets um 20°: Beleuchte ich z. B. mit 30° von oben und 150° von unten (± 60° von der Horizontalen), so wird die Spitze von oben unter 40°, von unten unter 160° (+ 50° und — 70° von der Horizontalen) getroffen, und die Krümmung erfolgt dann zur oberen Lichtquelle, da die Spitzenseite, die dieser zugewendet ist, stärker erhellt wird.

Zur Prüfung der Richtigkeit unserer Annahme gibt es noch verschiedene andere Möglichkeiten. Manche Versuche in dieser Hinsicht habe ich bereits ausgeführt, und sie ergaben eine Bestätigung meiner Auffassung. So erzielt man z. B. innerhalb gewisser Grenzen Kompensation, wenn man die Beleuchtung von oben und unten derart wählt, daß nicht die Basis, sondern die Spitze in gleichen Winkeln getroffen wird. Zum Beispiel: Neigung der oberen Lampe 45°, der unteren 115°; dabei wird die Spitze von oben unter dem Winkel 45° + 10° = 55°, von unten unter 65° — 10° = 55° beleuchtet. Als Resultat ergab sich ein indifferentes Verhalten der Pflanzen, also Kompensation. Bei steileren Winkeln ändert sich aber das Verhalten, die Pflanzen krümmen sich zur unteren Lichtquelle. Auch das ist durchaus verständlich, wenn wir daran denken, daß die Pflanzen unterhalb der äußersten Spitze unter verschiedenen Winkeln beleuchtet werden und die Sinusdifferenz hier umso größer wird, je weiter sich die Winkel von 90° entfernen. Z. B. Neigungswinkel 50° und 110° Sinusdiff. 0·173; 20° und 140° Sinusdiff. 0·301.

Den entscheidenden Beweis für die Richtigkeit der Annahme, daß schräg von oben einfallendes Licht nur deshalb stärker auf

Avena-Koleoptilen wirkt, weil sich für deren Spitze der Einfallswinkel vergrößert, mußten Käppchenversuche liefern. Von den zu beleuchtenden Pflanzen wurden in jeder Serie etwa die Hälfte mit knapp anliegenden 3—4 mm langen Stanniolkäppchen an der Spitze bedeckt. Solche Serien wurden dann gleich stark antagonistisch in gleichen Winkeln von oben und unten beleuchtet, der Neigungswinkel aber bei den einzelnen Versuchen verschieden gewählt. Stets krümmten sich dabei die freien Pflanzen zur oberen Lichtquelle, die Käppchenpflanzen dagegen blieben meist gerade, oder sie neigten sich schwach in etwa gleicher Anzahl der oberen oder unteren Lichtquelle zu. Auf sie wirkte also die beiderseitige Beleuchtung kompensierend. Es war nur noch zu prüfen, ob die Unterschiedsschwelle bei Verdunklung der Spitze nicht eine wesentliche Erhöhung erfährt. Das ist nach mehrfachen Versuchen nicht der Fall, die Unterschiedsempfindlichkeit der basalen Teile ist etwa ebenso groß wie die der Spitzen, nur tritt die Unterscheidung wesentlich später ein. Somit ist der gesuchte Beweis für meine Auffassung wohl erbracht.

Schließlich wurde auch eine große Zahl von Präsentationszeitbestimmungen bei verschiedenen Einfallswinkeln vorgenommen. Sie fielen im ganzen im Sinne der Versuche NOACKs aus, d. h. die Präsentationszeiten bei Beleuchtung von oben sind wesentlich kürzer als die, die man bei Beleuchtung von unten in gleichen Winkeln erhält[1]). Die Methode ist zweifellos lange nicht so exakt wie die Kompensationsmethode. Zwischen 60° und 90° lassen sich, wie ja auch schon NOACK fand, Unterschiede in den Präsentationszeiten praktisch nicht mehr feststellen. Das kann nicht anders sein, da sie bei einigermaßen starker Beleuchtung, z. B. bei 2 MK nur mehr um Bruchteile von Sekunden differieren, bei wesentlich schwächerem Lichte aber die individuellen Unterschiede so groß werden, daß von einer einheitlichen Präsentationszeit überhaupt nicht mehr gesprochen werden kann. Eine gleichzeitige Massenverwendung von Keimlingen war mit meinem Apparat nicht durchführbar; es sind daher die Resultate NOACKs vielleicht genauer wie meine. Man kann nun aus den von ihm gefundenen Schwellenwerten leicht die Werte errechnen, die für die Spitze gelten müssen. Er berechnet nämlich die jeweilige Helligkeit, indem er die Lichtintensität mit dem Sinus des Neigungswinkels multipliziert. Verwendet man statt dessen für die Berechnung den

---

1) So große Differenzen, wie sie NOACK angibt, habe ich allerdings nicht erhalten.

Sinus des um 10° erhöhten Neigungswinkels, so erhält man die Helligkeit und damit auch die Reizschwelle der Spitze. In der nachfolgenden Tabelle sind NOACKs und meine Berechnungen einander gegenübergestellt:

Neigungswinkel der Lichtquelle in Grad	9	15	30	45	65	90	105	120	135	150	160
Schwellenwerte nach NOACK in MK sec	7·5	7·3	9·5	11·9	11·8	12·2	15·8	20·8	23·7	32·4	59·6
Schwellenwerte für die Spitze in MK sec	15·6	11·9	12·2	13·7	12·5	12·0	14·8	17·9	19·2	22·1	30·3

Man ersieht daraus, daß nach der Umrechnung die Werte viel besser übereinstimmen. Bei Beleuchtung von 15° bis zu 90° ist die Reizschwelle fast unverändert, unterhalb der Horizontalen erfolgt aber auch jetzt noch ein Anwachsen derselben. Ich hielte es aber für verfehlt, daraus ohne weiteres auf eine geringere Erregbarkeit der Pflanze für von unten kommende Strahlen zu schließen. Auch hierfür gibt es nämlich eine einfache physikalische Erklärung. Bei schräger Beleuchtung von unten wird die äußerste Spitzenkuppe der Koleoptile, deren Neigungswinkel etwa 30° beträgt, unter einem so spitzen Winkel getroffen, daß die Lichtstrahlen zum großen Teile nicht mehr eindringen, sondern reflektiert werden: von 150° an streichen hier die Strahlen überhaupt vorbei, die Spitzenerhellung nimmt also an dieser Stelle beträchtlich ab und das muß die Schwellenwerte im Experimente erhöhen[1]). Ob diese Erklärung ausreicht müssen weitere Versuche an anderen Objekten lehren. Ohne solche läßt sich das Versuchsergebnis überhaupt nicht verallgemeinern. Hier sei nur kurz bemerkt, daß auch *Sinapis alba* bei schräg antagonistischer Beleuchtung mit gleichen Intensitäten die obere Lichtquelle bevorzugt, daß aber auch hier die beträchtliche Verjüngung des Hypokotyls unter den Kotyledonen zur Erklärung herangezogen werden kann und eine Umrechnung der NOACKschen Schwellenwerte auf einen um 5° erhöhten Winkel eine Annäherung an eine Konstante ergibt.

Beschränken wir uns vorläufig auf die Haferkoleoptile, so glaube ich sagen zu dürfen, daß für sie das Sinusgesetz des Phototropismus zutrifft, und daß alle scheinbaren Abweichungen von diesem sich aus dem morphologischen Bau der Pflanze erklären. Die sehr große Anzahl der für jedes Objekt möglichen und er-

---

1) Ähnliches gilt für sehr steile Beleuchtung von oben (z. B. 9°), in welchem Falle die Reizschwelle sich gleichfalls erhöht.

forderlichen Versuche, die überdies größte Präzision verlangen, macht es schwierig, für das Gesetz bald eine breitere Grundlage zu schaffen. Ich glaube die Untersuchung trotzdem fortsetzen zu sollen, da sie auch geeignet ist, die Frage ob Lichtrichtung oder Intensitätsabfall von der Pflanze wahrgenommen wird, weiter zu klären.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin.

---

17. J. Weese: Über einige Ascomyceten aus dem Mährisch-schlesischen Gesenke.

(Eingegangen am 25. Dezember 1920. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

1. *Nectria tricolor* Höhnel.

Im August 1916 fand Verfasser dieser Zeilen in der Nähe von Karlsbrunn in Schlesien auf einem eine Zapfenspindel tragenden Zweig von *Abies alba* eine *Nectria*, deren Identifizierung anfangs auf Schwierigkeiten stieß, die aber dann doch von ihm als eine *Nectria tricolor* v. Höhnel („Fragmente zur Mykologie“, I. Mittlg., Nr. 4 in Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch., Wien, 1902, math.-naturw. Kl., Abt. I., 111. Bd., p. 991) erkannt wurde. Die Auffindung dieses Pilzes ist deshalb bemerkenswert, weil die wenigen Perithezien, die HÖHNEL auf faulendem Tannenholze im September 1902 bei Preßbaum (Nieder-Österreich) von diesem Pilz fand, durch die seinerzeitige mikroskopische Untersuchung aufgebraucht worden waren und das neue Material nun die Möglichkeit bietet, die etwas zu knappe Urbeschreibung zu erweitern und den Nachweis zu erbringen, daß die Dreifärbigkeit der Perithezien durchaus kein charakteristisches Merkmal sei, das zur Artbezeichnung, wie es HÖHNEL getan hat, herangezogen werden könne. Die *Nectria*-Arten wechseln nämlich im Laufe ihrer individuellen Entwicklung die Farbe häufig so stark, gehen häufig von einem Orangegelb in der Jugend über ein lebhaftes Rot in eine tief dunkelbraune Altersfärbung über, zeigen oft auf ein und demselben Sammlungsstück so verschiedene Farbenabstufungen, daß eine Unterscheidung von *Nectria*-Arten nach Färbungsdifferenzen meist der systematischen Berechtigung entbehrt. Und in dem

Falle der *Nectria tricolor* hat auch HÖHNEL infolge des beschränkten Untersuchungsmateriales eine individuelle Variation für ein Artmerkmal gehalten und eine Artbezeichnung gewählt, die bei Durchführung von Bestimmungen in den meisten Fällen, wenn nicht immer, irreführen muß. Im übrigen ist aber die *Nectria tricolor* als eine durch ihre Perithezienstruktur recht charakteristische gute Art zu bezeichnen.

Im folgenden gebe ich nun auf Grund der Originalpräparate von *Nectria tricolor* Höhnel und auf Grund meines Materiales eine genauere Beschreibung: Perithezien einzeln oder herdenweise oder in kleinen Gruppen ziemlich dicht beisammenstehend, oberflächlich, stromalos und nur bei rasigem Auftreten ein winziges, kaum nachweisbares, aus kleinzelligem Pseudoparenchym aufgebautes Stroma entwickelnd, kugelig oder schwach eiförmig, festfleischig, meist nicht zusammensinkend, 250—400 μ (im Durchschnitt zirka 320 μ) im Durchmesser haltend, eine kleine, mäßig flache, vielfach etwas dunkler gefärbte Mündungsscheibe aufweisend, in der Jugend orange-, später scharlach- oder mennigrot, später rotbraun gefärbt, hin und wieder bei einzelnen Exemplaren an ein und demselben Perithezium die angeführten Farbenübergänge aufweisend, so daß z. B. die Mündungsumgebung orangerot, die mittlere Zone gelb und die untere rotbraun gefärbt erscheint. Wandung der Gehäuse bei Exemplaren mittlerer Größe zirka 50—60 μ breit, außen aus 3—5 Lagen großlumiger, derbwandiger, ellipsoidischer, parenchymatischer, in der Hauptausdehnung (d. i. parallel zur Gehäuseoberfläche) in der Größe zwischen 10 und 50 μ schwankender, rotgefärbter Zellen aufgebaut, von denen einzelne der peripher gelagerten borsten- oder schuppen- oder warzenförmig hervorstehen, vielfach kegelförmig mit abgerundeter, verdickter Spitze vorgewölbt erscheinen und die zart-kleiige Beschaffenheit der Perithezien verursachen. Bei dem HÖHNELschen Originalexemplar des vorliegenden Pilzes fand ich seinerzeit an manchen Perithezien auch einige deutlich zweizellige Borsten vor; die äußeren Perithezialzellen waren aber bei diesem Sammlungsstück im Durchschnitt etwas kleiner als bei dem von mir in Schlesien auf feuchter Walderde gefundenen Exemplar. Das innere Drittel der Perithezienwandung wird aus 3—4 Lagen rotgefärbter, kleinerer, ziemlich stark flach gedrückter, etwas weniger derbwandiger Zellen gebildet, denen sich meist noch ein paar Schichten zartwandiger, hyaliner, mehr offener Zellen anlagern. Die Mündungsscheibe, die häufig in der Mitte sogar etwas vertieft erscheint und einen Durchmesser von 140—160 μ aufweist, wird aus dickwandigen, langgestreckten, knorrigen, schmallumigen, ziemlich senkrecht gegen die Oberfläche gerichteten, oben zirka 4—12 μ im Durchmesser zeigenden Zellen gebildet, die dann bei der Betrachtung von oben als dickwandige rundliche Zellen erscheinen, die das radial-faserig begrenzte Ostiolum umgeben. Bei Einwirkung von Kalilauge werden die Perithezien blauviolett, bei Einwirkung einer Säure gelb verfärbt; es ist also das typische Nectria-Rot hier vorhanden. Der Mündungskanal ist mit zarten, dichtstehenden Periphysen ausgekleidet. Aszi zahlreich, zartwandig, schwach keulenförmig bis zylindrisch, oben ziemlich gerade abgeschnitten, sitzend, achtsporig, 60—90 μ lang, 5—8½ μ breit. Sporen hyalin, zartwandig, länglich ellipsoidisch bis spindelförmig, beidendig abgerundet, manchmal nicht ganz gleichseitig gekrümmt, durch eine deutliche Querwand, die häufig an beiden Seiten einen deutlichen Punkt zeigt, zweizellig, häufig Öltropfen in jeder Zelle aufweisend, nicht eingeschnürt, glatt, jedoch meist den Eindruck erweckend, als ob sie ganz zartwarzig wären, schief einreihig, jedoch oben teilweise zweireihig im Askus angeordnet, 8—12 μ lang, 3—4 μ breit. Paraphysen ziemlich zahlreich, fadenförmig, 2 μ breit.

Im Sommer 1918 und 1920 gelang es mir, nachdem ich trotz vielen Suchens den Pilz auf dem feuchten Nadelholzboden des ersten Standortes nicht mehr nachweisen konnte, den Pilz auf den bekannten Knollen von (noch lebenden) Erlenwurzeln, beziehungsweise an Wurzelstellen neben diesen Knoten im Jankusbusch bei Freudenthal in Schlesien aufzufinden. Auf denselben Wurzeln trat besonders im heurigen Jahr auch die *Nectria galligena* Bres., der Krebspilz der Obst- und Laubholzbäume (siehe diese Berichte, 37. Bd., 1919, p. 520—525), auf. Das Auftreten von *Nectria tricolor* Höhnel auf den *Alnus*-Wurzelknöllchen, deren Endophyten nach PEKLO (Centralbl. f. Bakt., II., 27. Bd, p. 451) Aktinomyzeten sein sollen, erscheint mir sehr bemerkenswert, wenn ich auch nicht an einen genetischen Zusammenhang zwischen der *Nectria* und den gallenartigen Bildungen glaube.

Nach dem Originalexemplar aus dem Berliner Botanischen Museum ist es mir sehr wahrscheinlich, daß der von G. WINTER im September 1871 in Oederau (Sachsen) auf *Rosa*-Zweigen gesammelte und von ihm als *Nectria cinnabarina* f. *Rosae* bestimmte Pilz in den Formenkreis der *Nectria tricolor* Höhn. gehört; Sporen habe ich aber leider keine beobachten können.

Unter den einheimischen *Nectria*-Arten scheint mir die *Nectria flammeola* Weese (Zeitschr. f. Gärungsphys. u. Mykologie, I., 1912, p. 142—144, Fig. 3) nach der Perithezienstruktur die nächstverwandte von *Nectria tricolor* Höhnel zu sein. Die Sporen beider Pilze sind außerordentlich ähnlich, doch wird nach dem Aufbau, nach der Größe und teilweise nach der Form der Gehäuse die Unterscheidung derselben auf keinerlei Schwierigkeiten stoßen. Bei der ersten mikroskopischen Betrachtung von nicht zerquetschten Perithezien ist die Ähnlichkeit der beiden *Nectria*-Arten deshalb so groß, weil bei beiden die äußeren, aus großen Zellen bestehenden Gehäuseschichten eine mehr lockere, lichter gefärbte, beziehungsweise mehr durchscheinende Hülle um den durch die innere Wandschichte zusammengehaltenen, mehr kompakt und dunkler erscheinenden Kern bilden; bei *Nectria flammeola* Weese besteht aber die äußere Schichte nur aus 1—2 Zell-Lagen, während bei *Nectria tricolor* Höhnel 3 bis 5 auftreten. Bis jetzt scheint die *Nectria flammeola* nur ein einziges Mal, und zwar auf Rinde von *Populus canadensis* in Triglitz in der Prignitz, Mark Brandenburg, 1908, von OTTO JAAP gefunden worden zu sein.

Nach der Perithezienstruktur weist *Nectria tricolor* auch einige verwandtschaftliche Beziehungen zu *Nectria illudens* Berkeley (HOOKER, J. D., Flora Novae Zelandiae, II., 1855, p. 203) und zu dem großen Formenkreis von *Nectria Bolbophylli* P. Hennings (Hedwigia, 45., 1905, p. 171) auf, zu welchem Formenkreis (siehe meine Ausführungen in Zeitschr. f. Gärungsphys. u. Myk., I., 1912, p. 143) wahrscheinlich auch *Nectria haematococca* Berk. et Broome (Fungi of Ceylon, 1875, n. 1018) gehört. Hier handelt es sich allerdings nicht um europäische Pilze, doch hatte ich schon einmal Gelegenheit, einen europäischen Pilz (von P. HENNINGS in Lanke, Park, auf abgefallenen Zweigen am 15. August 1905 gesammelt) zu untersuchen, der zu dem angeführten Formenkreis in innigsten Beziehungen steht.

Über die wahre Verwandtschaft von *Nectria tricolor* Höhn. läßt sich derzeit noch nichts sicheres aussagen, da die Nebenfruchtformen dieser Art und der anderen in Betracht gezogenen Pilze noch nicht bekannt sind.

2. ***Epicymatia episphaerica*** Niessl in Herb.

Hofrat NIESSL von Mayendorf fand im August 1911 auf dem Stroma von *Diatrype disciformis* auf *Fagus*-Ästen zwischen Bad Karlsbrunn und Gabel in Schlesien einen Pilz, den er als *Epicymatia episphaerica* Niessl n. sp. in sein Herbarium einreihte. Da es nicht ausgeschlossen ist, daß NIESSL Proben dieses als neu betrachteten Pilzes an befreundete Mykologen weitergab, halte ich es für nicht unangebracht, darauf hinzuweisen, daß dieser Pilz, von dem mir vor Jahren Hofrat NIESSL für die Zwecke der Untersuchung ein Stückchen überließ, eine *Berlesiella* Saccardo (Revue Mycologique X., 1888, p. 6—8; Sylloge fung. IX., p. 914) darstellt, die am besten vorläufig zu *Berlesiella parasitica* (Fabre) Höhnel zu stellen ist. HÖHNEL (Sitzungsber. Akad. d. Wissensch., Wien, 1915, math.-naturw. Kl., Abt. I, 124. Bd., p. 59) ist nämlich zur Überzeugung gekommen, daß *Bertia parasitica* H. Fabre (Essai sur les sphaeriacées du departm. de Vaucluse. Paris, 1880, p. 95, t. 3, Fig. 33) eine fast kahle *Berlesiella* auf dem Stroma einer *Eutypa* darstellt. Und nach der HÖHNELschen Beschreibung paßt die *Epicymatia episphaerica* Niessl ganz gut zu dem FABREschen Pilz; leider habe ich aber die HÖHNELschen Originalpräparate mit meinem Pilz nicht vergleichen können, was insofern wichtig wäre, als mein Pilz durch abgerundete, kurze, ganz dunkle Zellen, die manchmal etwas borstenförmig entwickelt sind, ganz dunkelwarzig erscheint. Nach den in BERLESE, Icones fungor., II., 1900, p. 111 und Taf. 143 und 144 enthaltenen Beschreibungen und Abbildungen war eine Identifizierung des NIESSLschen Pilzes mit den anderen *Berlesiella*-Arten nicht möglich, wenn es mir auch nicht ausgeschlossen erscheint, daß zwischen *Epicymatia episphaerica* und *Berlesiella echinata* (Ell. et. Ev.) Berl. (Proc. Phil. Acad., 1890, p. 241 sub *Cucurbitaria)* innigere Beziehungen bestehen; doch vermutet BERLESE unter dem letztgenannten, auch auf *Diatrype* aufgefundenen Pilz nur eine minder gut entwickelte Form von *Berlesiella nigerrima* (Blox.) Saccardo (CURREY in Linnean Soc. Transact., XXII., 1858, p. 272; BERKELEY and BROOME, Notices of british fungi, Nr. 869, in Ann. a. magaz. nat. hist., III., 3. Ser., 1859, p. 369, Taf. X., Fig. 19) und nach den Abbildungen von BERKELEY und BROOME und von BERLESE unterscheidet sich der letztgenannte Pilz, der auch auf *Diatrype* auftritt, durch die deutliche Entwicklung der steifen Borsten ganz unzweifelhaft von dem NIESSLschen Pilz mit den fast schwarzkörnig erscheinenden Perithezien.

In Sommermonaten der Jahre 1916 bis 1920 habe ich in der Umgebung von Karlsbrunn und auf dem Wege von dort nach Gabel wiederholt den seinerzeit von NIESSL gesammelten Pilz gefunden.

3. *Meliola sudetica* Niessl in Herb.

Im November 1917 übergab mir Hofrat v. NIESSL behufs Untersuchung eine winzige Probe eines Pilzes, den er im August 1880 auf Blättern von *Vaccinium vitis idaea* L. bei den Schottersteinen im Hohen Gesenke (zirka 1220 m) bei Karlsbrunn in

Schlesien gesammelt und als *Meliola sudetica* Niessl n. sp. in sein Herbarium eingereiht hatte. Die mikroskopische Untersuchung dieser Probe ergab, daß es sich hier nicht um eine neue Art, sondern um die *Meliola nidulans* (Schweinitz) Cooke (SCHWEINITZ, Synopsis Fung. Carol. sup., 1822, p. 45, n. 185 sub *Sphaeria;* sub *Meliola* Cooke in Grevillea, XI., 1882, p. 37) handelt, mit der nach GAILLARD (Le genre Meliola, Paris, 1892) auch *Meliola Elissii* Roumeguère in Fg. gall. exs. 896 zusammenfällt. Im Sommer der Jahre 1918 und 1920 gelang es mir, die *Meliola sudetica* sowohl auf Stengeln und Blättern von *Vaccinium vitis idaea* als auch auf solchen von *Vaccinium myrtillus* in so reichlichem Maße an verschiedenen Stellen des Hohen Gesenkes (Leiterberg, Altvater, hohe Heide, großer Kessel) zu finden, daß keinerlei Zweifel darüber bestehen[1], daß im besprochenen Falle *Meliola nidulans* (Schw.) Cke. vorliegt, welcher Pilz in den letzten zwei Jahrzehnten ja übrigens auch aus Thüringen, aus dem Fichtelgebirge und aus Tirol ausgegeben wurde. Der NIESSLsche Fund war aber seinerzeit außerordentlich überraschend und interessant, da damals für Deutschland und Österreich keine *Meliola* bekannt war.

Wien, im Dezember 1920.

---

[1] NIESSL konnte bis zu seinem Tode nicht ganz an die Berechtigung meiner Bestimmung glauben.

18. J. Weese: Über die Gattungen Ophiosphaeria W. Kirschst., Acanthophiobolus Berl. und Ophiochaeta Sacc.

(Eingegangen am 25. Dezember 1920. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

W. KIRSCHSTEIN hat im Jahre 1906 eine neue Sphaeriaceengattung mit häutigen, kugeligen, mit Borsten und mit einem undeutlichen Ostiolum versehenen und mit hyalinen, fadenförmigen Sporen ausgestatteten, oberflächlichen Perithezien beschrieben, die er *Ophiosphaeria* W. Kirschst. (Verhandl. bot. Ver. Prov. Brandenburg, 48. Bd., 1906, p. 47—48) nannte und in der Nähe von *Niesslia* Auersw. bei den Trichosphaeriaceen einreihte. Der Typus dieser Gattung ist die von dem Begründer derselben auf faulenden Blättern von *Glyceria aquatica* und *Carex riparia* in Brandenburg gesammelte *Ophiosphaeria tenella* W. Kirschst.

Auf Grund der von diesem Pilz gegebenen Abbildung hat dann v. HÖHNEL (Sitzungsb. Ak. d. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl. Abt. I, 116. Bd., 1907, p. 642) im Jahre 1907 die Ansicht ausgesprochen, daß die Gattung *Ophiosphaeria* Kirschst. offenbar mit *Ophiochaeta* Berl. (Icones fungorum, II. Bd., 1900, p. 136) zusammenfalle. HÖHNEL gab auch hier gleich der Meinung Ausdruck, daß es bei so dünnen fadenförmigen Sporen, wie sie bei diesen beiden Gattungen auftreten, ohne Belang sei, ob die Sporen einzellig und mit vielen Öltröpfchen versehen sind oder ob sie Querwände aufweisen.

Die Gattung *Ophiochaeta* Saccardo — und die meinte sicher v. HÖHNEL, da ja eine von BERLESE aufgestellte gleichnamige Gattung nicht existiert — wurde von SACCARDO (Sylloge fungorum, XI., p. 352) im Jahre 1895 begründet, indem er die bereits 1883 in Sylloge fung., II., p. 352 als Sektion von *Ophiobolus* Rieß aufgestellte Untergattung *Ophiochaeta* zur Gattung erhob. *Ophiochaeta* Sacc. ist also eine Zusammenfassung der beborsteten *Ophiobolus*-Arten. Als Vertreter dieser Gattung führt SACCARDO an: *Ophiochaeta Penicillus* (Schmidt) Saccardo (FRIES, Systema mycol., II., 1822, p. 508 sub *Sphaeria;* sub *Ophiobolus* in Revue Mycol., III., 1881, p. 45, tab. XX., Fig. 15), *O. chaetophora* (Crouan) Sacc. (CROUAN, Florule du Finistère, 1867, p. 26 sub *Sphaeria;* SACCARDO, Syll. II., p. 353 sub *Ophiobolus*), *O. incompta* (Car. et de Not.) Sacc. (Comm. Soc. Critt. Ital., 1867, p. 489 sub *Rhaphidophora;* SACCARDO, Syll. II., p. 353 sub *Ophiobolus*), *O. helminthospora* (Rehm)

Sacc. (Hedwigia. 1882, p. 122 sub *Lasiosphaeria;* SACCARDO, Syll. II., p. 210 sub *Acanthostigma*), *O. gracilis* (Niessl) Sacc. (NIESSL, Notizen ü. n. u. kr. Pyrenomyceten, 1876, p. 36; SACCARDO, Syll. II., p. 210 sub *Acanthostigma*), *O. barbata* (Pat.) Sacc. (Bull. Soc. Myc., 1888, p. 114, tab. XIX., f. 7 sub *Ophiobolus*) und *O. trichella* (Bomm., Rouss. et Sacc.) Sacc. (SACCARDO, Syll. IX., 1891, p. 934 sub *Ophiobolus*). Als Typus der Gattung *Ophiochaeta* Sacc. ist *Sphaeria Penicillus* Schmidt (Syn. nach BERLESE, Icon. fung., II., 1900, p. 138 : *Rhaphidophora comata* Ces. et de Not. in Comm. Soc. Critt. Ital., I., 1863, p. 233) anzusehen.

Für eine Anzahl unter den Arten der Gattung *Ophiochaeta* Sacc. bereits aufgezählter Pilze, und zwar für *Lasiosphaeria helminthospora* Rehm, *L. gracilis* Niessl, *Ophiobolus chaetophorus* (Crouan) Sacc. und für *O. incomptus* (Car. et de Not.) Sacc., hatte nun BERLESE (Atti del Congresso Botanico internat., Genova, 1893, p. 571, tab. XXII, Fig. 1 u. 2) im Jahre 1893 die neue Gattung *Acanthophiobolus* aufgestellt. SACCARDO bezeichnete zwei Jahre später (Sylloge fung., XI., 1895, p. 352) diese als Synonym der soeben zur Gattung erhobenen bisherigen Untergattung *Ophiochaeta* Sacc. und BERLESE (Icones fung., II, 1900, p. 136[1]) war mit dieser Einziehung seiner Gattung vollständig einverstanden.

Aus der Originaldiagnose von *Acanthophiobolus* Berl. und aus der von dem Gattungstypus (*Lasiosphaeria helminthospora* Rehm) gegebenen instruktiven Abbildung geht nun unzweifelhaft hervor, daß BERLESE in seiner Gattung nur ganz oberflächlich wachsende Pilze mit kugeligen, häutigen, im oberen Teil mit steifen, schwarzen, radial wegziehenden Borsten besetzten Perithezien und wurmförmigen, vieltropfigen, fast hyalinen Schlauchsporen zusammenfassen wollte. Da aber *Ophiobolus Penicillus* (Schmidt) Sacc., wie aus den Abbildungen von SACCARDO (Revue Mycol., III., 1881, tab. 20, Fig. 15) und von BERLESE (Icon. fung., II., 1900, tab. 164, Fig. 2) hervorgeht und wie mir die Untersuchung eines von CESATI auf Stengeln von *Cirsium palustre* 1854 gesammelten, mit dem Originalexemplar im Herbarium KUNZE angeblich verglichenen Exemplars (*Klotzschii*, Herb. viv. mycol., Nr. 1942 [1855]) zeigte, in das oberflächliche Pflanzengewebe eingesenkte und nur hervorbrechende Fruchtkörper aufweist, so kann von einem Zusammenfallen von *Acanthophiobolus* Berl. mit *Ophiochaeta* Sacc. solange, als man an der ursprünglichen Gattungsbegrenzung festhält, keine

---

[1] Hier führt allerdings BERLESE irrtümlicherweise *Acanthostigma* Berl. als Synonym an.

Rede sein. Und zu einer Änderung des durch die Gattungsdiagnose gegebenen Umfanges ist durchaus kein Grund vorhanden. Die Unterdrückung der Gattung *Acanthophiobolus* Berl. durch SACCARDO erscheint mir daher aus morphologisch-systematischen, aber auch aus nomenklatorischen Gründen vollständig ungerechtfertigt, zumal nach unseren Nomenklaturregeln die 1893 begründete vorhergenannte Gattung gegenüber der erst 1895 zur Gattung erhobenen *Ophiochaeta* Sacc. die Priorität genießt.

Die Gattung *Ophiochaeta* Sacc. in BERLESE, Icones fungor., II., 1900, p. 136—139, ist eine Mischgattung. Die Charakteristik der Perithezien deckt sich vollständig mit der von *Acanthophiobolus* Berl., aber bei den Sporen wird auch auf die von *Ophiochaeta* Sacc. Rücksicht genommen. So werden alle von BERLESE seinerzeit als *Acanthophiobolus*-Arten angeführten Pilze zu *Ophiochaeta* Sacc. gestellt und die Perithezien dieses Genus als oberflächlich bezeichnet, und andererseits wird auch hier *Ophiochaeta Penicillus* (Schm.) Sacc. genannt und die Perithezien dieses Pilzes werden als eingesenkt und später hervorbrechend beschrieben und auf Taf. 146, Fig. 2, dementsprechend abgebildet. In solche Widersprüche wurde BERLESE dadurch verwickelt, daß er sich der SACCARDOschen unnatürlichen Begrenzung der Gattung *Ophiochaeta* Sacc. fügte, die ebenfalls eingesenkte und oberflächlich wachsende Pilze zusammenfaßt, trotzdem nach dem Gattungstypus und nach der Gattungsdiagnose nur beborstete *Ophiobolus*-Arten, das sind also eingesenkte oder hervorbrechende Formen, als hierhergehörig zu bezeichnen gewesen wären.

Die Gattung *Acanthophiobolus* Berl. ist also nach der ursprünglichen Charakteristik wieder von *Ophiochaeta* Sacc. zu trennen und neben letztgenannter als ganz selbständige Gattung aufrechtzuerhalten.

Was nun die eingangs erwähnte *Ophiosphaeria* W. Kirschst., die SACCARDO im 22. Bd. seiner Sylloge fungorum (1913) p. 289 als gute Gattung gelten läßt, anbelangt, so fällt diese nicht mit *Ophiochaeta* Sacc., wie v. HÖHNEL, durch BERLESE irregeführt, annahm, sondern vollständig mit *Acanthophiobolus* Berl. zusammen und ist als selbständige Gattung zu streichen. Den Unterschied zwischen seiner *Ophiosphaeria* und *Ophiochaeta* Sacc. hat W. KIRSCHSTEIN in neuerer Zeit (siehe Kryptogamenflora d. Mark Brandenburg, VII. Bd., 2. Heft, 1911, p. 204—205) ganz richtig erfaßt. Auch kann ich seiner Ansicht zustimmen, daß *Ophiosphaeria tenella* W. Kirschst. mit *Lasiosphaeria gracilis* Niessl identisch sei. Ich habe seinerzeit, dank des Entgegenkommens von Hofrat Prof.

v. NIESSL, eine kleine Probe vom Originalexemplar des letztgenannten Pilzes untersuchen können und bin zur vollen Überzeugung gekommen, daß der KIRSCHSTEINsche Pilz nach der Abbildung von dem NIESSLschen nicht verschieden sei. *Lasiosphaeria helminthospora* Rehm, die Grundart von *Acanthophiobolus*, steht der *Lasiosphaeria gracilis* Niessl sicher auch außerordentlich nahe und nach der Zeichnung, die uns BERLESE bezüglich des erstgenannten Pilzes auf Grund eines Originalexemplares (in Atti del Congr. Bot. intern., Genova, 1893, tab. XXII, Fig. 1—2) gibt, wäre es nicht ganz ausgeschlossen, daß der Pilz auch in den Formenkreis des NIESSLschen Pilzes gehört. Endgültige Entscheidung in dieser Frage könnte allerdings erst die Untersuchung von Originalmaterial bringen. Dasselbe gilt auch bezüglich *Sphaeria chaetophora* Crouan, mit der einer der beiden Pilze ziemlich sicher zusammenfallen dürfte.

Interessant ist, daß BERLESE in Icones fung., I., 1894, p. 105 nach Aufstellung der Gattung *Acanthophiobolus* die Grundart dieser Gattung, *Acanthostigma helminthosporum* (Rehm) Sacc., noch als den Typus eines neuen Genus bezeichnet, dem er den Namen *Ophiotricha* Berl. gibt.

Über die systematische Stellung der Gattung *Acanthophiobolus* Berl. kann nur die Untersuchung reichlichen Originalmateriales des Gattungstypus vollständige Aufklärung bringen. Die wenigen mir zur Verfügung gestandenen Perithezien von *Lasiosphaeria gracilis* Niessl zeigten mir zwar, daß die häutigen, beborsteten Gehäuse eine nur aus ein bis drei Zell-Lagen bestehende, nur außen dunkel gefärbte Wandung, eine deutliche Öffnung und zahlreiche fädige, oben etwas verzweigte Paraphysen aufweisen, ob hier aber ein echtes sphaeriales Ostiolum vorliegt, vermochte ich bei dem spärlichen Material leider nicht zu entscheiden.

Ophiochaeta Sacc. ist nichts anderes als ein beborsteter *Ophiobolus* Rieß und ist somit als sphaeriale Gattung aufzufassen. Unter der Gattung *Ophiobolus* wurde durch SACCARDO ganz verschiedenartiges zusammengefaßt und HÖHNEL (Annales Mycologici, XVI, 1918, p. 85) verdanken wir es, daß in dieses Wirrwar einige Klarheit gebracht wurde. Der Typus von *Ophiobolus* Rieß ist *Ophiobolus disseminans* Rieß (Hedwigia, I., Nr. 6, 1854, p. 27, Taf. IV, Fig. 8), welche Art mit *Ophiobolus acuminatus* (Sowerby) Duby zusammenfällt. Nach HÖHNEL (Sitzungsber. Ak. d. Wissensch., Wien, 1920, m.-n. Kl., I, 129. Bd., p. 172) ist nun letztgenannte Art ein sphaerialer Pilz. Für die echten *Ophiobolus*-Arten nach RIESS wären die fadenförmigen, vielwandigen Sporen charakteristisch, die in der Mitte zwei durch eine Anzahl normaler Zellen verbundene aufgedunsene Zellen aufweisen und die zwischen diesen knotenartig verdickten Zellen in zwei schlangenartige Stücke, die er als Einzelsporen auffaßt, zerfallen. Dieselben Eigentümlichkeiten sollen die Sporen der Gattung *Leptosphaeriopsis* Berlese (Icones fung., I., 1894, p. 88—89), mit *Leptosphaeria ophioboloides* Sacc. (Misc. Myc., I., 1884, p. 23 in Atti d. R. Istit. Veneto di scienze, Venezia, 6. ser., II.) als Grundart, aufweisen. *Leptosphaeriopsis* Berl. (1894) fällt also vollständig mit *Ophiobolus* Rieß (1854) zusammen. Da nun SACCARDO für *Sphaeria penicillus* Schmidt die fadenförmigen Sporen mit zwei Knoten in Revue Mycol., 3., 1881, tab. 20, Fig. 15 abbildet, so ist *Ophiochaeta* Sacc. als beborsteter *Ophiobolus* Rieß aufzufassen. Das von mir untersuchte Exemplar von *Sphaeria penicillus* in *Klotzschii*, Herb. viv. mycolog., Nr. 1942 erwies sich als sphaerial gebauter Pilz.

Diejenigen bisherigen *Ophiobolus*-Arten, bei denen die anfänglich fadenförmigen Sporen schon innerhalb des Schlauches in ihre Glieder zerfallen, gehören in die Gattung *Entodesmium* Rieß (Hedwigia, I, Nr. 6, 1854, p. 28, Taf. IV, Fig. 4), deren Grundart *Entodesmium rude* Rieß darstellt. *Entodesmium* (Syn.: *Phaeoschistà* Schroet., Pilze II, p. 346) ist nach HÖHNEL ein dothidealer Askomyzet.

Für die mit fadenförmigen Sporen ausgestatteten Vertreter der Gattung *Ophiobolus* in der bisherigen Auffassung kommt die Gattung *Leptospora* Rabenhorst (Hedwigia, I, Nr. 18, 1857, p. 116, Taf. XV., Fig. a, b, c, d) mit *Sphaeria porphyrogona* Tode als Typus in Betracht. HÖHNEL ist geneigt, in diese RABENHORSTsche Gattung auch Arten zu stellen, die breite, deutlich mehrzellige Sporen mit Knotenzelle besitzen, doch glaube ich, daß es am zweckmäßigsten sein wird, sphaeriale Pilze mit ein oder zwei Knotenzellen zu *Ophiobolus* Rieß und die mit fadenförmigen, ungeknoteten Sporen zu *Leptospora* Rabenh. zu geben. Hier handelt es sich aber um *Leptospora* Rabenhorst und nicht im Sinne FUCKELs (Symbol. mycol., 1869, p. 143), denn für letztere Gattung stellt *Sphaeria spermoides* Hoffm. die Grundart dar, die HÖHNEL (Annales Mycologici, XVI., 1918, p. 75) jetzt bei *Thaxteria* Sacc. (Syll. fung., IX., p. 687) einreiht. *Ophiobolus* Rieß und *Leptospora* Rabh. sind außerordentlich nahe verwandt und die Abgrenzung beider wird bei Übergangsformen nicht immer leicht sein; sie sind beide von *Nodulosphaeria* Rabenh. (Botan. Ztg., 1858, p. 203) abzuleiten.

Eine Schwierigkeit erwächst aber jetzt der Zuteilung der bisherigen *Ophiobolus*-Arten zu der angeführten Gattung dadurch, daß es Formen gibt, die nach den Sporen zu *Leptospora* Rabenh.

gestellt werden könnten, aber dothideal gebaut sind. Für diese hat HÖHNEL die Gattung *Leptosporopsis* aufgestellt, welche Gattung also nichts anderes ist als eine echte, dothideale *Leptosphaeria* de Not. mit sehr langen schmalen Sporen. Hierher gehört z. B. *Ophiobolus compressus* Rehm, *O. Tanaceti* (Fuck.) Sacc. und auch die Übergangsform *O. herpotrichus*.

Da nun *Ophiochaeta* Sacc. einen beborsteten *Ophiobolus* Rieß darstellt, so müßten, wenn man die generische Abtrennung der beborsteten Formen von den unbeborsteten für notwendig hält, für allenfalls gefundene beborstete *Entodesmium*-, *Leptospora*- und *Leptosporopsis*-Arten neue Gattungen aufgestellt werden. Doch dafür ist vorläufig keine Notwendigkeit vorhanden; ist ja auch die Zahl der bisher bekannten echten *Ophiochaeta*-Spezies eine so geringe, daß man diese noch ganz gut bei *Ophiobolus* Rieß hätte belassen können.

Als früher zu *Ophiochaeta* Sacc. gehöriger Pilz ist *Sphaeria Penicillus* Schmidt anzuführen, doch stellen hier die Borsten, wenigstens bei den Exemplaren, die ich sah, kein sonderlich auffallendes Merkmal dar, denn bei manchen Perithezien waren diese durchaus nicht sehr deutlich nachzuweisen. Bei *Ophiobolus trichellus* B., R. et Sacc., bei *O. incomptus* (Car. et de Not.) Sacc. und bei *Ophiochaeta cereicola* Speg. (Myc. argent., Ser. II., 1902, p. 73) ist die Zuteilung, wenigstens was die ersten beiden Pilze anbelangt, nicht sehr sicher und auch in dem letzten Falle kann es sich, da in der Originaldiagnose über Knoten bei den Sporen nichts zu finden ist, vielleicht um eine behaarte *Leptospora* oder *Leptosporopsis* handeln. *Ophiochaeta Raciborskii* Penz. et Sacc. (Malpighia, XI., 1897, p. 406) scheint mir ein oberflächlicher Pilz zu sein. Von *Ophiochaeta Inulae* Feltg. (Vorstud. Pilzfl. Luxemburg, Nachtrag III., 1903, p. 178) und von *Ophiochaeta ramealis* (Feltg.) Sacc. (Vorst. Pilzfl. Luxemb., Nachtr. II., p. 219 sub *Acanthostigma*; SACCARDO, Syll., XVII., 1905, p. 774—775) wird dies in den Diagnosen angegeben, doch aus HÖHNELs Ausführungen (Sitzungsber. Akad. d. Wissensch., Wien, 1906, math.-naturw. Kl., Abt. I., 115. Bd., p. 1242 u. 1306) geht hervor, daß die Angabe bezüglich des ersten Pilzes, der sich als *Ophiobolus incomptus* Niessl = *O. Niesslii* Bäumler erwies, falsch ist und daß der zweite Pilz, da sein Originalexemplar nicht mehr auffindbar zu sein scheint, nach den bisherigen ungünstigen Erfahrungen, die man mit von FELTGEN aufgestellten Pilzen vielfach machen konnte, zu den zweifelhaften zu rechnen sei.

Für *Ophiobolus barbatus* Pat., welcher Pilz von SACCARDO (Syll. XI, 1895, p. 352) auch zu *Ophiochaeta* gestellt wurde, hat HÖHNEL infolge des hier vorhandenen oberflächlichen, gut entwickelten Hypostromas und infolge des völligen Fehlens der Paraphysen (Sitzungsber. Akad. d. Wiss., Wien, 1911, math.-nat. Kl., Abt. I., 120. Bd., p. 451) die Gattung *Acanthotheciella* v. Höhn. aufgestellt.

Bei *Acanthophiobolus* Berl. (Syn.: *Ophiotricha* Berl., *Ophiosphaeria* W. Kirschst.) sind nach dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse einzureihen: *Lasiosphaeria helminthospora* Rehm, *Lasiosphaeria gracilis* Niessl (Syn.: *Ophiosphaeria tenella* W. Kirschst.) und *Ophiobolus chaetophorus* (Crouan) Sacc., also Formen, über deren außerordentlich nahe Verwandtschaft keine Zweifel bestehen.

Wien, im Dezember 1920.

---

19. Runar Collander: Der Reizanlaß bei den thermotropischen Reaktionen der Wurzeln.

(Eingegangen am 27. Dezember 1920. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Bei meinen Untersuchungen über die seit ihrer Entdeckung in den achtziger Jahren als thermotropisch bezeichneten Reaktionskrümmungen der Wurzeln kam ich[1]) zu dem Ergebnis, daß dieselben nicht durch Feuchtigkeitsdifferenzen ausgelöst werden, wie HOOKER[2]) vor einigen Jahren zu beweisen versucht hat. Ich glaubte vielmehr nachweisen zu können, daß die fraglichen Reaktionen tatsächlich, wie schon ihr erster Entdecker ohne weiteres angenommen hatte, durch die im Sägemehl herrschende Temperaturdifferenz ausgelöst werden und daß mithin die alte Auffassung dieser Reaktion als thermotropisch richtig gewesen ist.

In einer kurz nachher erschienenen Arbeit von SIERP[3]) tritt dieser gegen die Berechtigung der von mir gezogenen Schlüsse auf. Er meint, daß es nicht möglich sei, auf Grund des jetzt vorliegenden Tatsachenmaterials mit Sicherheit zu entscheiden, ob die in Rede stehenden Reaktionen als hydrotropisch oder thermotropisch aufgefaßt werden müssen.

---

[1]) COLLANDER, R., Untersuchungen über den Thermotropismus der Pflanzen. Öfversigt af Finska Vetensk.-Soc. Förh. LXI, 1918—1919, Afd. A. Nr. 11.

[2]) HOOKER, H. D. JR., Thermotropism in Roots. Plant World 17, 135 bis 153, 1914. — Später (Ann. of Bot. 29, 265—283, 1915) hat er seine zuerst entwickelten Ansichten allerdings weitgehend modifiziert.

[3]) SIERP, H., Über den Thermotropismus der Keimwurzeln von *Pisum sativum*. Diese Berichte 37, 502—511, 1919.

Folgende Zeilen mögen zur weiteren Klärung dieses Gegenstandes dienen. Es empfiehlt sich dabei, die positiv und negativ gerichteten Reaktionen streng auseinanderzuhalten.

Fangen wir mit den positiv thermotropischen Krümmungen an. HOOKER versucht dieselben auf den positiven Hydrotropismus der Wurzeln zurückzuführen, indem er auf den Umstand hinweist, daß die (absolute) Luftfeuchtigkeit an der wärmeren Seite der Wurzeln größer ist als an der kälteren, und ohne weiteres annimmt, daß die hydrotropischen Krümmungen nach der Seite der größten (absoluten) Luftfeuchtigkeit ausfallen müssen. Ich hatte geglaubt, diesen Erklärungsversuch mit der kurzen Bemerkung ablehnen zu können, daß ja nicht die absolute, sondern die relative Feuchtigkeit in erster Linie physiologisch von Bedeutung ist (l. c. S. 49). Da jedoch SIERP (l. c. S. 508 f.) die Meinung vertritt, daß wir in dieser Frage, „so wie die Dinge heute liegen, weder nach der einen noch nach der anderen Seite irgendein Urteil fällen können", sehe ich mich veranlaßt, meine obige Behauptung hier etwas ausführlicher zu begründen.

Es ist kaum möglich, daß die Wurzeln die Luftfeuchtigkeit in ihrer Umgebung in anderer Weise „beurteilen" können als danach, wie ihre Wasseraufnahme oder Wasserabgabe durch die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft beeinflußt wird. Wenn bei bestimmten Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen der Luft die Wasseraufnahme größer oder die Wasserabgabe kleiner ist als in einem zweiten Falle, dann muß die Luft in jenem Falle als „physiologisch feuchter" bezeichnet werden als in diesem. Ich komme somit zu dem Schluß, daß auch die Richtung der hydrotropischen Krümmungen von der in dieser Weise charakterisierten physiologischen Feuchtigkeit der Luft abhängt, und zwar so, daß die positiv hydrotropischen Krümmungen immer gegen die Seite der größten physiologischen Feuchtigkeit gerichtet sind.

Gibt man dies zu, dann braucht man sich vorläufig nicht um absolute oder relative Feuchtigkeit zu kümmern, sondern hat zunächst nur zu entscheiden, an welcher Seite der Wurzeln in den thermotropischen Experimenten die Wasserabgabe am größten bzw. die Wasseraufnahme am kleinsten ist. Ist es an der kühleren oder der wärmeren Seite der Wurzeln? Eine eingehende physikalische Erörterung dürfte zur Beantwortung dieser Frage nicht nötig sein. Man sieht ohne weiteres ein, daß die Wasserabgabe an der wärmeren Seite am größten sein muß, was damit zusammenhängt, daß das Sättigungsdefizit der Luft hier am größten ist. Nur in einem Falle könnte die Wasserabgabe an der kühleren Seite am größten sein, wenn nämlich diese Seite stärker als die entgegengesetzte von Luftströmungen betroffen wird. Auch diese Möglichkeit fällt jedoch weg, da ich (l. c. S. 50 ff.) experimentell gezeigt habe, daß das Bestehen von horizontal gerichteten Luftströmungen im Sägemehl nicht für das Zustandekommen der fraglichen Krümmungsreaktionen nötig ist.

Die gegen den wärmeren Teil des Kastens gerichteten Reaktionskrümmungen können also nicht auf positiven Hydrotropismus zurückgeführt werden. Sie müssen daher, soweit ich sehen kann, als positiv thermotropisch aufgefaßt werden.

Wenden wir uns jetzt den sogen. negativ thermotropischen Reaktionen zu. Wenn man mit SIERP (l. c. S. 508) den von mir (l. c. S. 48) ausgeführten Versuchen mit umgekehrtem Feuchtigkeitsgefälle keine wesentliche Beweiskraft zuerkennen will, so spricht immerhin gegen die Auffassung dieser Reaktionen als hydrotropisch ihre von mir (l. c. S. 48) hervorgehobene und von SIERP in schöner Weise bestätigte auffallende Schnelligkeit. So z. B. fand er (l. c. S. 507), daß 30 *Pisum*-Wurzeln bei einer Temperatur von 35—40° in $^1/_4$ Stunde einen Krümmungswinkel von im Mittel $-20^0{.}_4$ erreicht hatten. Da nämlich andererseits, nach den jetzt vorliegenden Literaturangaben zu urteilen, die hydrotropische Reaktionszeit der Wurzeln mehrere Stunden beträgt, scheint es mir vorläufig nicht möglich, die in Rede stehenden Krümmungen als hydrotropisch aufzufassen, wenn nicht zuerst gezeigt wird, daß die Wurzeln unter bestimmten Verhältnissen, die auch in den thermotropischen Experimenten verwirklicht sind, in einer so kurzen Zeit eine hydrotropische Reaktionskrümmung ausführen können.

Wie mir also scheint, spricht das jetzt vorliegende Tatsachenmaterial ganz entschieden dagegen, daß wir die bislang als thermotropisch bezeichneten Reaktionen als hydrotropisch aufzufassen hätten. Daß, wie SIERP sagt, das letzte Wort über diese Reaktionen noch nicht gesprochen ist gebe ich indessen gern zu.

Botanisches Institut der Universität Helsingfors.

20. I. Györffy: Keimlinge der Weißtanne mit Doppelblättern.

(Mit 1 Abbildung im Text.)
(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 10. Januar 1921. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Am Fuße der Hohen-Tátra, in der Nähe von Barlangliget, im Tannenwald suchte ich mit meiner Frau und meinen Kindern nach Moosen, besonders nach Mnien mit gegabelten Blattnerven; eine Menge Moospolster wurden zusammengetragen. Meine Frau erblickte in diesen Keimpflanzen der Weißtanne (*Abies alba*) mit gegabeltem Blatt: auch mein kleinerer Sohn fand ein und zwar das schönste Exemplar (Fig. 4 der Abbildung).

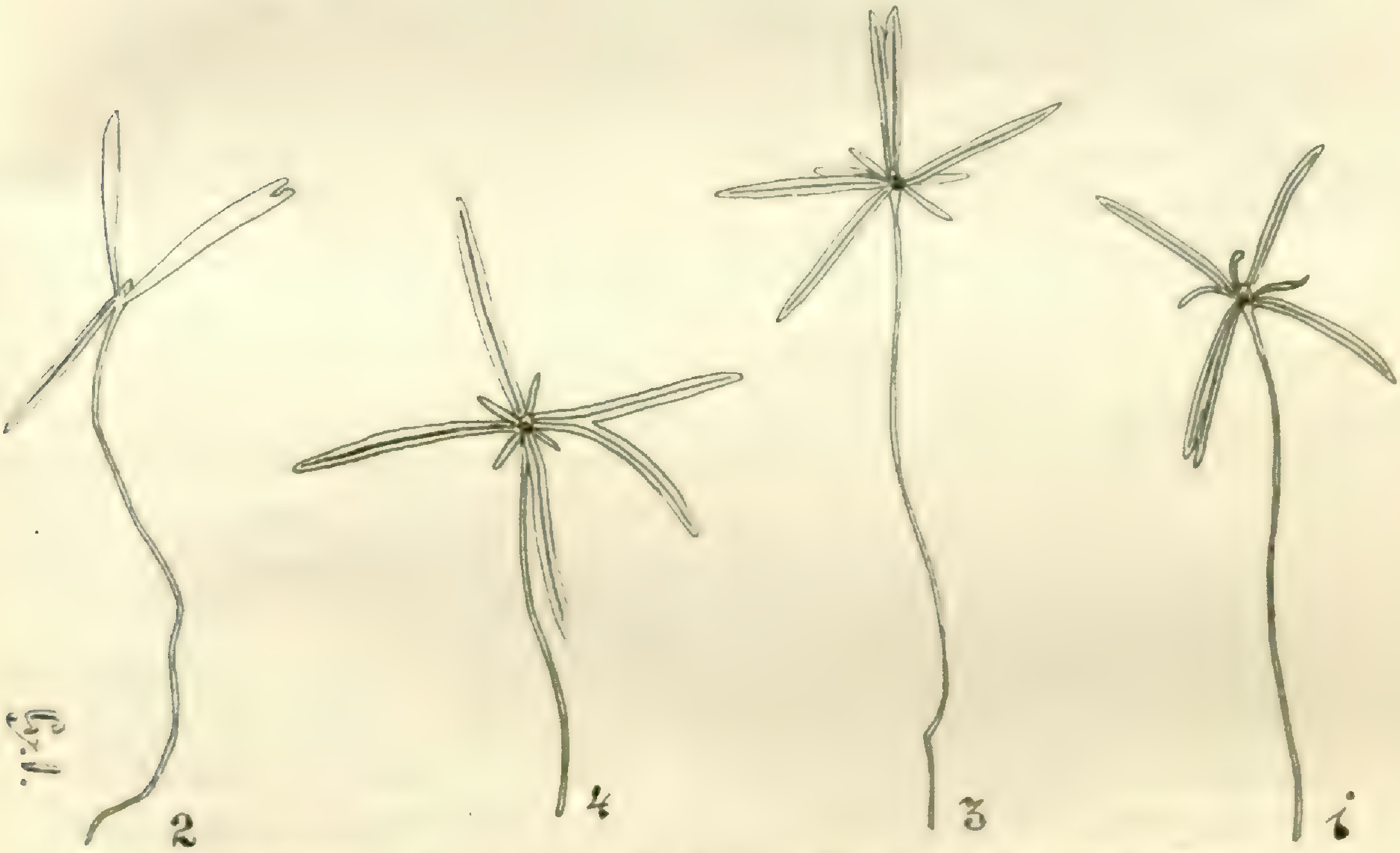


Abb. 1. Weißtannen-Keimlinge mit Doppelblättern (etwas verkleinert); gefunden in der Hohen-Tátra (Ungarn), legg. Frau GYÖRFFY geb. I. GREISIGER et BARNABÁS GYÖRFFY. — Gezeichn. GYÖRFFY.

Die vier abgebildeten Exemplare haben je ein Doppel-Keimblatt (Cotyledon).

Die auf Fig. 1 der Abbildung abgebildete Pflanze zeigt ein Doppelblatt, welches 20 mm lang, am Grunde 1,5 mm, am breitesten Teil 2 mm breit ist; die zwei freien Spitzenteile sind nicht gleich lang, indem die eine Spitze 3, die andere 2,4 mm lang ist. Zwei durchwegs gesonderte Blattnerven laufen durch das ganze Blatt, nur am Grunde, d. h. im Blattstiel laufen sie nebeneinander. Die Spitze ist abgerundet.

Die Fig. 2 der Abbildung zeigt schon ein breiteres Doppelblatt, welches 12 mm lang, am weitesten Teil 3 mm breit ist. Das Doppelblatt endet in zwei symmetrischen freien Spitzen, welche durch einen seichten Einschnitt voneinander gesondert sind; der Einschnitt ist aber nachträglich entstanden. Zwei durchwegs gesonderte Blattnerven laufen im Doppelblatt nebeneinander, welche an der entferntesten Stelle 2,5 mm voneinander liegen (die fehlenden Blätter sind abgefallen).

Die auf der Fig. 3 der Abbildung dargestellte Pflanze zeigte ein Doppelblatt von einer Länge von 21,5 mm; es ist unten 2 mm, in der Mitte 3 mm, oben 4 mm breit. Die zwei freistehenden Blattspitzen sind 1,3 mm breit. Die Blattnerven laufen in den Blatthälften nebeneinander, gegen die Spitze hin sich immer weiter voneinander entfernend.

Das schönste Doppelblatt zeigt die Fig. 4 der Abbildung. Die Länge des unteren, gemeinsamen Teiles beträgt 7 mm, die Breite 3 mm; die frei- und geradestehende Hälfte ist 18 mm lang, die andere, bogenförmig gekrümmte Hälfte, bzw. Spitze, ist 17 mm lang, die beiden sind beinahe 2 mm breit. Die Blattnerven laufen unten nebeneinander, oben in den abgetrennten Hälften. Alle Cotyledonen dieses Keimlings, sowohl die normalen wie das Doppelblatt, sind zweispitzig.

Aus obigem ist ersichtlich, daß diese Doppelblätter alle kürzer sind als die normalen Cotyledonen; außerdem zeigt die auf Fig. 4 abgebildete Pflanze ausschließlich nur zweispitzige Cotyledonen (Normal- und Doppelblatt). Zwei Primordialblätter waren auch zweispitzig und zwar an Fig. 1 der Abbildung (während des Photographierens abgefallen) und Fig. 3 der Abbildung.

⁂

Das Doppelblatt Fig. 2 der Abbildung habe ich mit Lactophenol aufgeweicht, aufgeschnitten und mikroskopisch untersucht.

Nach meinen Untersuchungen — ganz kurz zusammengefaßt — kann ich die wichtigsten Ergebnisse in folgendem geben:

Durch die ganze Länge des Blattes laufen zwei voneinander durchwegs getrennte Blattnerven, das Blatt ist also ein Doppelblatt. Das die zwei im Mesophyll eingebetteten Blattnerven verbindende Gewebe unterscheidet sich überhaupt nicht von den übrigen Zellen des Mesophylls. Nur zwei Secretbehälter sind in der Nähe der Blattränder entwickelt. Unter der Epidermis befindet sich ein Hypoderma, auf der Oberfläche mehrere vereinzelte Zellen, auf der Unterseite dagegen nur sehr wenige. Hier und da ist das Hypoderma auch zweischichtig. Palissadenparenchym fehlt auch auf der Oberseite.

Meines Wissens ist bisher ein Doppelblatt bei der Weißtanne noch von niemand gefunden und beschrieben worden.

Mein ausführliches Manuskript über diese Doppelblätter habe ich der ungarischen Akademie der Wissenschaften eingereicht.

Kolozsvár (Ungarn), am 6. April 1919.

21. H. Pfeiffer: Beiträge zur Morphologie und Systematik der Gattungen Lagenocarpus und Cryptangium I.

(Eingegangen am 28. Dezember 1920. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Die Gattung *Lagenocarpus* ist die ältere von beiden, findet sie sich doch schon bei NEES (1834) 304 unter den Sclerieen. Die von ihm (1840) 395 nach dem von SCHOMBURGK gesammelten Material im herb. Lindleyano aufgestellte Gattung *Anogyna* und ebenso die SCHRADERschen Gattungen *Microlepis*, *Adamantogeton*, *Orobium* und *Phaenopyrum* in seiner Bearbeitung für MARTIUS Fl. Brasil. (1842) 164 ff. wurden bereits später mit *Lagenocarpus* vereinigt. In der gleichen Darstellung finden wir pg. 163 die SCHRADERsche Gattung *Cryptangium* und, von ihr nur wenig deutlich getrennt, pg. 157 *Acrocarpus* Nees. Weitere Synonyme für diese Pflanzen ergeben sich aus später aufgestellten Gattungen von SCHLECHTENDAL (1845) 476 und STEUDEL (1855) 178. Nach dieser Übersicht würden wir nur *Lagenocarpus* in KUNTHs Enumeratio II suchen dürfen, aber auch diese noch vergeblich. Nach NEES hat zuerst STEUDEL sich mit der Systematik beider Gattungen befaßt. Er stellt (1855) 177 no. 113 ff. *Lagenocarpus* unter *Scleria* zu Beginn von § 7 Paniculatae, ferner daselbst *Cryptangium* unter no. 121 und *Acrocarpus* pg. 178 unter no. 125 ff. BOECKELER hat zwar (1874) 412 ff. *Lagenocarpus* und *Cryptangium* (einschließlich *Acrocarpus*) getrennt von *Scleria* und voneinander behandelt, aber unter der *Tribus Sclerieae* Nees. Später (1882) 353 kam er zu der

Überzeugung, „daß die beiden Gattungen in Wirklichkeit . . . demselben Gattungstypus angehören.“ BENTHAM and HOOKER (1883) 1042 und 1067 halten dagegen wieder beide Gattungen getrennt, bringen sie indessen mit andern südamerikanischen Pflanzen zusammen in eine neue Tribus der Cryptangieen, die mit den Sclerieen und Cariceen in den diklinen eingeschlechtigen Blüten übereinstimmen und als gemeinsame Merkmale aufweisen: „Spiculae foemineae, 1-florae terminales vel in parte superiore paniculae, masculae inferiores 2-∞florae.“ Für unsere Betrachtung wesentlich ist ihre Bemerkung zu *Lagenocarpus* pg. 1067: „Genus vix a Cryptangio differt inflorescentii et nuce saepius (an semper?) crassiore non angulata subsuberosa . . .“ Dieselbe Anordnung finden wir auch bei DURAND (1888) 460. PAX (1887) 119 unterscheidet beide Gattungen recht äußerlich, nämlich: „Frucht dreikantig, Griffel drei: Frucht 3—5-furchig, Griffel 3—5“ und wiederholt diese Übersicht (1897) 49. Ich vermag darin nur Artunterschiede zu erblicken, ebenso wie O. KUNTZE (1891) 754, der wie BOECKELER beide Gattungen vereinigt. BAILLON (1894) 367 führt *Cryptangium* wiederum getrennt von *Lagenocarpus* (pg. 368) an, beide unter den Cariceen, wohin er aber u. a. auch *Scleria, Hoppia, Gahnia* und *Rhynchospora* rechnet. DALLA TORRES Auffassung (1900) 35 entspricht ganz derjenigen von PAX. Dagegen wird *Cryptangium* in POST et KUNTZE (1904) 313 und 619 wieder mit *Lagenocarpus* vereinigt. Offenbar getrennt wurden beide Gattungen indessen von C. B. CLARKE, der (1900) 154 unter westindischen Cyperaceen zwar nur *Lagenocarpus* aufführt, aber (1905) 101 nach Untersuchung der in Brasilien gesammelten Exemplare ULE 6128! zwischen beide die neue Gattung *Exochogyne* stellte. Wie ich brieflich von dem Direktor der Botan. Gärten in Kew erfuhr (wofür ich ihm an dieser Stelle besten Dank zu sagen mich verpflichtet fühle), hat er seine Ansicht auch wohl nicht geändert, soweit er das in dem unvollendeten und nicht veröffentlichten Ms. einer Cyperaceenmonographie, das in Kew aufbewahrt wird, zum Ausdruck gelangen läßt. Ich brachte in Erfahrung, „that C. B. CLARKE considered the three genera distinct from another and from *Scleria* . . . The differential characters have not been published by him, so far as is known . . .“ Ich beabsichtige darum, auf den folgenden Seiten die Ergebnisse eigener morphologischer und anatomischer Studien an Material aus beiden eingangs erwähnten Gattungen vorzutragen, um so die Fragen 1. nach der Stellung beider zueinander, 2. zu *Scleria* oder den BENTHAMschen Cryptangieen, resp. den PAXschen Bisboeckeleriinen einer Lösung näher zu führen. Gleichzeitig soll meine Abhandlung Vorarbeiten bringen zu einer modernen Übersicht über die Systematik der hierher gehörenden Pflanzen. Zu großem Dank bin ich allen den Herren verpflichtet, die mich mit Untersuchungsmaterial versehen haben, insbesondere der Direktion des Mus. Monacense und Herrn Konservator Dr. ROSS, durch deren Vermittlung ich Gelegenheit erhielt, die wertvollen Sammlungen Dr. MARTIUS' zu benutzen.

A. Übereinstimmungen zwischen *Lagenocarpus* und *Cryptangium*.

Daß beide Gattungen nur schwer zu trennen sind, mag außer den einleitenden Sätzen auch der Nomenclatur einiger Arten entnommen werden. So ist *Cryptangium arundinaceum* Boeck. (1882) 351 = *Lagenocarpus rigidus* Nees (1842) 168 und *Acrocarpus stellatus* Nees ex Boeck. (1874) 421 = *Cr. stellatus* Boeck., l. c. = *Lag. stellatus* Kew Ind. (1895) 660. Dabei sind die nach späteren Arbeiten BOECKELERs sich ergebenden Änderungen nicht angeführt. Auf die Übereinstimmung in den Gattungsdiagnosen brauche ich nur hinzuweisen, da sie bereits bei BENTHAM and HOOKER (s. weiter oben!) bemerkt wird. Wichtig ist besonders die nahe Verwandtschaft von Arten aus beiden Gattungen. So bildet *Cr. triquetrum* Boeck. (1874) 413 durch die Beschaffenheit der Frucht in gewissem Sinne den Übergang zu *Lagenocarpus*. BOECKELER beschreibt recht passend: „Caryopsis minutula anguste obovata trigona obtusa basi attenuata irregulariter sulcata subtiliss. punctata superne obsoletiss. tuberculata olivacea, obtuse apiculata." Die von SCHOMBURGK no. 1227! in British Guiana gesammelten Pflanzen rechnet BOECK. (1874) 421 zu *Cryptangium*, während sie auch als *Lag. stellatus* in der Literatur auftreten. Leider ist von Ev. F. im Thurm (no. 357) vom Roraima nur Material mit ♂ Blüten bekannt geworden, wodurch die Zugehörigkeit zur Gattung kaum festgestellt werden kann. Außer durch die 3—5 Rippen zeichnen sich die Früchte von *Lagenocarpus* häufig durch Schnabelbildung aus. Doch gibt es auch Arten darunter, die typisch schnabellose Früchte haben. Die Dreieckigkeit der Caryopsen der genannten SCHOMBURGKschen Pflanzen würde auf die Zugehörigkeit zu *Cryptangium* hinweisen. Aber die ihnen aufsitzende charakteristische Krone aus der Griffelbasis zeigt ebenso wie ihre dickliche Beschaffenheit, daß die fraglichen Exsiccaten zu *Lagenocarpus* zu stellen sind.

Diese Betrachtungen brachten mich zu der Überzeugung, daß sich Gattungsunterschiede in der Beschaffenheit der Frucht nicht gut finden lassen. Was PAX u. a. als solche hinzustellen pflegten, kann nur zur Unterscheidung von Arten in Frage kommen. Übereinstimmung herrscht aber auch in der Anordnung und Morphologie der Blütenorgane beider Gattungen. Das der Hauptachse zugekehrte Vorblatt wird leicht übersehen. Die Axillarinfloreszenz endigt mit einem dünnen, ♀ Ährchen, das aus einer ♀ Blüte und meist 2 dieselbe umgebenden Spelzen besteht. Diese sind eilanzettlich zugespitzt mit mehr oder wenig spitz vortretendem Mittelnerv, kahl und braun. Sie umschließen sich zwar verschiedenartig, treten aber bei der Fruchtreife mit ihren Spitzen etwas auseinander und lassen dadurch die braune Frucht erkennen. Die stumpflich-dreikantigen Früchte sind oben etwas breiter als unten. Ihre Seitenflächen sind etwas konvex, dunkler braun und meist dicht verteilt punktiert, an der Basis eine 3—5-seitige vertiefte Grube bildend. Selbst bei jungen Blüten ist am Grunde der erwähnte Diskus nicht zu übersehen. Anatomisch sind die beiden die ♀ Blüte einschließenden Spelzen durch äußerst große Epidermiszellen ausgezeichnet. Ihr Grundgewebe ist besonders locker nach Art eines Ärenchyms gebaut, was bei der derben Textur der Organe recht auffällig ist. Das Ährchenknäuel einer Blattachsel schließt mit einem ebenso gebauten ♀ Ährchen ab. In den Achseln der auf dessen Vorblatt folgenden Spelzen befinden sich allein ♂ (oder am Grunde ♂?) Ährchen, die terminal mit einem ♀ Ährchen abschließen. (Eine Teilung der Kollektivgattung nach vorstehendem Gesichtspunkt scheint mir nicht angängig, ist aber, so lange mir nicht weit mehr Material vorgelegen hat, schwer zu entscheiden.) Auf das Vorblatt der ♂ Ährchen folgt eine kleine Anzahl ± zweizeilig gestellter, der Gestalt nach dünner, schmaler und lanzettlich spitzer Spelzen, die in ihrer Achsel je eine ♂ Blüte tragen. Jedes Blütchen besitzt 1—2 Staubblätter. Achsenrudimente des ♂ Ährchens, wie sie in andern Gattungen beobachtet wurden, sind mir bislang nicht begegnet. Trotzdem nehme ich indessen weiter an, daß im Grunde ein sympodialer Aufbau des Ährchens vorliegt, derart, daß allemal die Blütchen höherer Ordnung als Achselsproß der vorhergehenden aufzufassen sind.

Anatomisch besitzen sämtliche Arten, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, zahlreiche gemeinsame Züge, auf die ich in einer späteren Arbeit über die Anatomie der Arten eingehend zurückzukommen beabsichtige. Die Epidermiszellen der Blätter sind länglich-rechteckig. Bei einigen Arten verläuft ihre Wand etwas unregelmäßig. Mehrere (z. B. *Lag. tremulus* Nees und *velutinus* Nees) tragen lange einzelreihige Spitzhaare. Gerbstoff ist sehr verbreitet und findet sich in fast allen Zellformen, sogar in den kleineren Gefäßen. Das Mesophyll besteht häufig auch an der Unterseite der Blätter aus Palisadenzellen. Es ist zartwandig und bei dem vorgelegenen Material derartig kollabiert, daß man nur mit Mühe die Zellform feststellen kann. Bisweilen bilden aber die erhärteten Gerbstoffmassen eine Stütze für die Zellwände. Auffällig ist die starke, fast sklerenchymatische Verdickung besonders der Außenwände der die Atemhöhle auskleidenden Epidermiszellen. Wenn E. PALLA aus solchen Beobachtungen bei *Eriophorum* schließt, daß ein Bedürfnis nach derartigen Aussteifungen der Atemhöhlen überall dort eintreten wird, wo mehrere oder zahlreiche Stomata in einem einzigen größeren, mit Luft gefüllten Hohlraum zusammenfließen, so trifft seine Vermutung hier nicht zu. Die Gestalt der die Atemhöhle auskleidenden Zellen ist ziemlich dieselbe wie die der Assimilationszellen.

Die Autoren der in Frage kommenden Gattungen scheinen mir bei deren Aufstellung den Irrtum begangen zu haben, daß sie geglaubt haben, daß ein auffälliges Merkmal, das innerhalb der unten aufgeführten Arten an verschiedenen Repräsentanten auftritt, monophyletischen Ursprungs sein müsse. Das braucht aber durchaus nicht der Fall zu sein, wenn die Vorbedingungen zur Entwicklung solcher Merkmale bei allen gegeben sind, wie dies bezüglich der auftretenden Rippen an der Frucht zutrifft. Da demnach durchgreifende Unterschiede, die zur Trennung der beiden Gattungen berechtigen würden, sich nach vorstehenden Ausführungen nicht entdecken lassen, stehe ich nicht an, mich den Forschern anzuschließen, die sie vereinigt haben. Ob auch noch *Exochogyne* C. B. Clarke mit beiden Gattungen zu vereinigen ist, welche Pflanze äußerlich durch die bis 6-andrischen ♂ Blüten verschieden ist, müssen weitere Untersuchungen lehren. Bekanntlich wird namentlich bei den Pflanzen die Zahl der Staubblätter reduziert, die durch Reduktion nur eine Samenanlage im Fruchtknoten haben, was gerade auch für Cyperaceen zutrifft Wie GOEBEL (1901) 724 bemerkt, sind uns indessen kausale Beziehungen für die Verkümmerung einzelner Blütenteile völlig unzugängig, höchstens solche zur Funktion der Blüte. ČELAKOVSKÝs Arbeit (1894) 34 bewegt sich in denselben Bahnen.

B. Übersicht über die Gattung *Lagenocarpus* Nees emend. O. Ktze., emend. Pfeiff.

Als vorläufige Übersicht mit Angabe der Diagnose der Gattung und der Synonymie dieser und der Arten hätte zu gelten:

Lagenocarpus **Nees.**

Lagenocarpus Nees in Linn. IX (1834) 304, nomen, et in Martius, Fl. Brasil. II. I (1842) 165; Griseb., Fl. Brit. W. Ind. Isl. (1864) 580; Boeck. in Kjøb. Vidensk. Meddel. (1869) 156 et in Linn. XXXVIII (1874) 422; L. Pfeiff., Nomencl. bot. II. 1 (1874) 12; Benth. et Hook. f., Gen. III. 2 (1883) 1067; Pax in Engl. et Prantl, Nat. Pflanzfam. II. 2 (1887) 120 emend.; O. Ktze., Rev. gen. II. (1891) 754, non Klotzsch. — *Becquerela* Brongn. ex Endl., Gen. pl. (1836) 112 part. — *Anogyna* Nees in Hook., Journ. of Bot. II (1840) 395; Meisn., Gen. (1842) 315 et 412; Endl., Gen., suppl. II (1842) 9; Par. Spach, Vég. phan. XIII (1846) 146; Lindl., Veg. kd. (1847) 119; Steud., Syn. pl. Cyp. (1855) 182; L. Pfeiff., Nom. bot. I. 1 (1873) 201. — *Acrocarpus* Nees in Martius, Fl. Brasil. II. I (1842) 157; Boeck. (1869) 155; L. Pfeiff. (1873) 34, non Wight et Arnott, non Kützing. — *Adamantogeton* Schrad. ex Nees (1842) 165; L. Pfeiff. (1873) 47. — *Cryptangium* Schrad. ex Nees (1842) 163; L. Pfeiff. (1873) 928; Boeck. (1874) 412 part., in Flora LXV (1882) 353, Cyp. novae I (1888) 32 et II (1890) 27 et in Allg. Bot. Ztschr. II (1896) 142; Benth. et Hook., l. c.; Pax, l. c. et Nachtr. I (1897) 49, non C. Müller. — *Microlepis* Schrad. ex Nees (1842) 159; L. Pfeiff. (1874) 307, non DC., non Eichw. — *Orobium* Schrad. ex Nees (1842) 166, non Reichb., Conspic. (1828) 185 et Handb. (1837) 260, non Bartling, Ordin. (1830) 265, non. Par. Spach. (1838) 324, non Reichenb. — *Phaenopyrum* Schrad. ex Nees (1842) 166, non Roem., Fam. nat. syn. III (1847) 103 et 152[1]). — *Lerisca* Schlechtd. in Bot. Ztg. III (1845) 476. — *Cryptanguina* Lindl., Veg. kd. (1847) 119. — *Cladotheca* Steud., Syn. pl. Cyp. (1855) 178; L. Pfeiff., Nom. bot. I. 1 (1873) 773[2]).

---

1) Auch als Sonderabdruck: Syn. Rosifl. (1847), pg. cit.

2) Interessant ist, daß viele der vorstehenden Gattungsnamen auch Pflanzen, die nicht zu den Cyperaceen gehören, beigelegt worden sind. KLOTZSCH belegte mit *Lagenocarpus* eine Ericaceengattung, freilich erst (1838) 214. Da seine Benennung in Büchern wie in Pflanzensammlungen eine ziemlich weite Verbreitung gefunden hatte, die gleichnamige Cyperaceengattung indessen unbekannt geblieben war, schlug BOECKELER (1882) 353 aus Zweckmäßigkeitsgründen die SCHRADERsche Bezeichnung *Cryptangium* vor. Jedoch ist die bezeichnete Ericaceengattung als synonym zu *Salaxis* Salisb. (1802) 317 erkannt, ebenso wie die gleichfalls von KLOTZSCH aufgestellte Gattung *Coccosperma*. Die Bezeichnung *Cryptangium* verlieh C. MÜLLER (1843) 599 einer neuen Moosgattung, die allerdings bald wieder von ihm in seiner Syn. Mus. II. 152 als eine Sect. zu Fontinalis aufgefaßt wurde. Der Name *Acrocarpus* ist von WIGHT et ARNOTT (1839) 547 einer Leguminosengattung beigelegt. Dieselbe Bezeichnung, von KÜTZING (1843) 103, bzw. 405 einer Algengattung zugeteilt, wurde durch SONDER (1846) 174 allgemein bekannt.

Spiculae unisexuales; ♂ pluriflorae, glumis imbricatis, 2—3 inferioribus vacuis. Stamina 1—2. Spiculae ♀ 1-florae, glumis 3—5 latiusculis imbricatis. Ramis stigmatosis gracilibus 3—5. Setae hypogynae nullae. Stylus cum vario continuo, basi haud vel vix incrassatus. Caryopsis subglobosa vel oblonga, nuda vel styli basi persistente coronata, angulis (an semper?) costatis. — Herbae perennes. Folia in rhizomate vel ad basin caulis conferta, elongata. Inflorescentia nunc praeter bracteas breviter foliaceas sub fasciculis dissitis aphyllis, nunc bracteis foliaceis numerosis angustis dense confertis spicula superantibus inclusa.

1. *L. adamantinus* Nees (1842) 165 f. 20; Boeck. (1874) 424. — Ad. adamantinus Schrad. mpt. — O. adamantinus Schrad. ex Nees (1842) 164. — Scl. adamantina Steud. (1855) 177.

2. *L. brevifolius* Pfeiff., nov. comb. — Cr. brevifolium Boeck. (1896) 143.

3. *L. campestris* O. Ktze. (1891) 754. — Acr. campestris Nees (1842) 160. — Scl. campestris Steud. (1855) 178. — Cr. campestre Boeck. (1874) 416.

4. *L. ciliatus* Pfeiff., nov. comb. non Scl. ciliata Michx. — Cr. ciliatum Boeck. (1890) 28.

5. *L. comatus* Pfeiff., nov. comb. — Cr. comatum Boeck. (1882) 351.

6. *L. dioicus* Pfeiff., nov. comb. — Cr. dioicum Boeck. (1896) 142.

7. *L. distichophyllus* Pfeiff., nov. comb. — Cr. distichophyllum Boeck. (1890) 28.

8. *L. Glaziovii* Pfeiff., nov. comb. — Cr. Glaziovii Boeck. (1879/80) 29.

9. *L. griseus* Pfeiff., nov. comb. — Cr. griseum Boeck. (1896) 143.

10. *L. guianensis* Lindl. et Nees in Nees (1842) 166[1]; Boeck.

De Candolles Benennung *Microlepis* für eine Melastomacee (1828) 139 ist älter als die für diese Familie angenommene gleichnamige Bezeichnung von Miquel (1839/40) 71 und noch heute gültig [entgegen Steudel (1841) 141]. Derselbe Name wurde von Eichw. (1831) 2 auch für eine Chenopodiaceengattung benutzt, die später mit der Linnéschen Gattung *Anabasis* zusammengezogen wurde. Der Name *Orobium* wurde vor Schrader schon von Reichenbach (1828) 185 für eine Cruciferengattung benutzt (jetzt synonym mit *Braya* Sternb. und Hoppe), gleichfalls dadurch erst bekannt werdend (vgl. Steudel [1841] 232!). Roemer (1847) 103 wandte die Bezeichnung *Phaenopyrum* etwas später als Nees auf Rosifloren an, die heute zu *Crataegus* Tourn. gerechnet werden.

[1] Cf. auch Nees (1834) 304 und in Lindl., Introd., ed. 2, pg. 385.

(1874) 423; C. B. Clarke in Urb. (1900) 154. — Ph. guianensis Schrad. ex Nees, l. c. — Scl. guianensis Steud. (1855) 177.

11. *L. humilis* O. Ktze., l. c. — Acr. humilis Nees (1842) 161. — Scl. humilis Steud. (1855) 178, non Britton. — Cr. humile Boeck. (1874) 413.

12. *L. insignis* Pfeiff., nov. comb. — Cr. insigne Boeck. (1896) 143.

13. *L. junciformis* O. Ktze., l. c. — Scl. junciformis Kth. (1837) 356; Steud. (1841) 543, non Thw. (1864) 354, non Welw. ex Ridl. (1884) 168. — Acr. junciformis Nees (1842) 161. — Cr. junciforme Boeck. (1874) 415.

14. *L. leptocladus* O. Ktze., l. c. — Scl. leptocladia Poepp. ex Kth. (1837) 355. — Scl. Kunthiana Miq., l. c. 4 t. II, non Steud. (1855) 176. — Scl. Kunthii Miq., l. c. — Scl. stricta Hochst. in herb. Surinam (Hohenack. 238), non Kth. — Cr. uliginosum f. gracilior Nees (1842) 164. — Ler. leptocladia Schlechtd. (1845) 476. — Scl. Hostmanniana Steud. (1855) 178 excl. syn. Spreng. — Cladotheca vaginans Steud., l. c. — Cr. leptocladum Boeck. (1874) 420.

15. *L. Martii* Nees (1842) 169 t. XXI; Boeck. (1874) 428. — M. bahiensis Schrad. ex Nees (1842) 157. — Scl. viridifolia Steud. (1855) 177. — L. crassipes Boeck. (1880) 453.

16. *L. melanocarpus* Pfeiff., nov. comb. — Cr. melanocarpum Boeck. (1890) 28.

17. *L. minarus* O. Ktze., l. c. — Acr. minarus Nees (1842) 159; Boeck. (1869) 155. — Acr. densifolius Nees, l. c. — M. minarum-generalium Schrad. ex Nees (1842) 157. — Scl. densifolia et Minarum Steud. (1855) 178. — Cr. densifolium Boeck. (1874) 418. — Cr. paucifolium Boeck. (1879/80) 28. — L. densifolius O. Ktze., l. c.

18. *L. pauciflorus* Pfeiff., nov. comb., non Scl. pauciflora Muehlenb. — Cr. pauciflorum Boeck. (1896) 142.

19. *L. polyphyllus* O. Ktze., l. c. — Acr. polyphyllus Nees (1842) 160. — Scl. polyphylla Steud. (1855) 178. — Cr. polyphyllum Boeck. (1874) 414.

20. *L. rigidus* Nees (1842) 168; Boeck. (1869) 156 et (1874) 425. — Scl. rigida Kth. (1837) 355; Steud. (1841) 543 et (1855) 177. — M. elatior Schrad. ex Nees (1842) 157. — Ler. rigida Schlechtd. (1845) 476. — L. Neesii Boeck. (1874) 426. — Cr. arundinaceum Boeck. (1882) 351, non Scl. arundinacea Kth. ex Steud. (1841) 542.

21. *L. Schenckianus* Pfeiff., nov. comb. — Cr. Schenckianum Boeck. (1890) 27.

22. *L. stellatus* J. D. Hook. (1895) 660. — Acr. stellatus Nees

ex Boeck. (1874) 421. — Cr. stellatum Boeck., l. c.; Ridl. (1887) 287 t. L I f. 1—6.

23. *L. strictus* O. Ktze., l. c. — Scl. stricta Kth. (1837) 355; Steud. (1855) 177, non Moon. — Scl. tenuiflora Willd. ex Steud. (1841) 543. — Cr. uliginosum Schrad. ex Nees (1842) 164 t. XIV, syn. Scl. leptocladiæ Kth. exclus; Boeck. (1874) 419. — Fuirena verticillata C. Spreng. herb. — Ler. stricta Schlechtd. (1845) 476. — L. uliginosus O. Ktze., l. c. — Cr. strictum Pfeiff. in sched.

24. *L. tenuifolius* O. Ktze., l. c. — Cr. tenuifolium Boeck. (1888) 32.

25. *L. topazinus* Nees (1842) 168; Boeck. (1874) 427. — M. rigidifolia Schrad. ex Nees (1842) 157. — Scl. topazina Steud. (1855) 177.

26. *L. tremulus* Nees (1842) 168; Griseb. (1864) 580; Boeck. (1874) 429; C. B. Clarke (1900) 154; Urb. (1903) 126. — An. tremula Nees (1840) 395. — Scl. tremula Steud. (1855) 177. — Cr. Kuntzeanum Boeck. (1888) 32. — L. Kuntzeanus O. Ktze. (1891) 754. — Cr. tremulum Boeck. ex C. B. Clarke, l. c.

27. *L. triquetrus* O. Ktze., l. c. — Cr. triquetrum Boeck. (1874) 413.

28. *L. velutinus* Nees (1842) 166; Boeck. (1874) 422. — Scl. velutina Steud. (1855) 177.

Species a genere removendae.

Cr. Dracaenula Boeck. (1874) 415 = Cephaloscirpus Dracaenula Nees (1842) 162 t. XVIII.

Verzeichnis der Literatur,
die außerhalb der Gattungsübersicht zitiert ist.

BAILLON, Hist. des plant. XII (1894) 367 ff.

BARTLING, Ord. nat. plant. (1830) 265;

Ders., Handb. (1837) 260.

BENTH. et HOOK. f., Gen. plant. III. 2 (1883).

BOECKELER, in Kjøeb. Vidensk. Meddel. (1869) 155 ff. u. Sonderabdruck 31 ff.;

Ders. in Linn. XXXVIII (1874) 411—429;

Ders. in Kjøeb. Vidensk. Meddel (1879/80) 28;

Ders. in Flora LXV (1882) 351 ff.;

Ders., Cyper. nov. I, Varel 1888;

Ders., tom. II, Varel 1890;

Ders. in Allg. Bot. Ztschr. II (1896) 142 ff.

DE CANDOLLE, Prodr. III (1828) 139.

ČELAKOVSKÝ, Reduktionsgesetz in d. Blüt., Dedoublement u. Obdiplostemenie, Sitz.-Ber. Böhm. Ges. d. Wiss. (1894).

C. B. CLARKE in Urban, Symb. Antill. II (1900) 154 ff.;
Ders. in Verh. Bot. Ver. Brandenb. XLVII (1905) 100 ff.
DALLA TORRE, Gen. siphonogam., fasc. I (1900) 35.
DURAND, Ind. Gen. Phanerogam. (1888) 460.
EICHW., Casp. cauc. (1831) 1 ff.
K. GOEBEL, in Ann. jard. bot. Buitenzorg VII (1888) 120 ff.;
Ders., Organographie II, Jena 1901.
J. D. HOOKER, in Ind. Kewensis (1895) 660.
KLOTZSCH, Ericac. gen. et sp., cont. in Linn. XII (1838) 211—247.
KUNTH, Enum. pl. II (1837).
O. KUNTZE, Rev. gen. II (1891) 754.
KÜTZING, Systemat. Eint. etc. in Linn. XVII (1843) 75—108.
LEHMANN, Plant. Preiss. II (1846) 174.
MEISNER, Gen. (1842).
MIQUEL, Comm. phytogr. (1839/40) 71.
C. MÜLLER, De Musc. frond. nonnull. nov. etc., Linn. XVII (1843) 581—601.
NEES in Linn. IX (1834) 304;
Ders. in Hook., Journ. Bot. II (1840) 393—399;
Ders. in Martius, Fl. Brasil. II. I (1842).
PAR. SPACH, Vég. phan. VI (1838) 324 et XIII (1846) 146.
PAX in Engl. et Prantl., Nat. Pflzfam. II. 2 (1887) 119 ff. und Nachtr. I (1897) 49.
L. PFEIFFER, Nomencl. bot. I. 1 (1873) et II. 1 (1874).
POST et O. KTZE., Lexic. gen. phaner. (1904).
REICHENBACH, Conspic. (1828) 185.
RIDLEY in Trans. Linn. Soc., ser. 2, t. II (1887) 166.
M. ROEMER, Fam. nat. syn. (1847) 103 et 152.
SALISBURY in Trans. Linn. Soc. VI (1802) 317.
SCHLECHTENDAL, Bem. Gatt. Scleria, Bot. Ztg. III (1845) 457 ff.
SONDER in Lehm., Plant. Preiss. II (1846) 174.
STEUDEL, Nomencl. bot., ed. 2, I (1840) et II (1841).
THWAIT., Enum. pl. Zeylon. (1858—64) 354.
URBAN, Symb. Antill. II (1900) et IV (1903) 126.
WIGHT et ARNOTT in Mag. Zool. et Bot. III (1839) 547.

Bremen, 25. Dezember 1920.

Sitzung vom 29. April 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Emoto, Dr. **Y.** in **Tokyo,** Uyeno, 7 Hanazonocho (durch M. MIYOSHI und K. SHIBATA),

Fischer, Robert in **Wien VI,** Gumpendorfer Str. 46 (durch H. MOLISCH und W. FIGDOR),

Gauba, Erwin, Forstingenieur in **Wien II,** Nordwestbahnstr. 15 (durch H. MOLISCH und W. FIGDOR) und Fräulein

Piskernik, Dr. **Angela,** Assistentin des Landesmuseums in **Laibach** (Jugoslavien) (durch H. MOLISCH und W. FIGDOR).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Fehér, Dr. **Daniel** in **Oedenburg,**

Tsujimura, Dr. **J.** in **Hakone-Yumoto,**

Limpricht, Dr. **W.** in **Berlin** und Fräulein

Christiansen, Marie in **Hamburg.**

Der Vorsitzende teilt mit, daß von Herrn Prof. BEIJERINCK in Delft eine Danksagung für die Beglückwünschung zu seinem 70. Geburtstage eingelaufen ist.

Mitteilungen.

22. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze.

Nr. 16. Zur Silberreduktion der Chlorophyllkörner.

(Eingegangen am 25. Januar 1921. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Vor etwa zwei Jahren habe ich gezeigt, daß die lebenden Chlorophyllkörner der meisten Pflanzen Silbersalze, z. B. salpetersaures Silber, in einer ¼—1 %igen Lösung geboten, so energisch reduzieren, daß sie sich infolge des abgeschiedenen Silbers rasch zunächst braun und dann schwarz färben[1]).

Diese Erscheinung ist eine weit verbreitete; unter den untersuchten Phanerogamen fanden sich wenige Ausnahmen, unter den Algen hingegen viele.

Soweit meine Erfahrungen reichen, zeigen die Silberreduktion Chlorophyllkörner nur im lebenden Zustande, im toten aber nicht. Es kann daher die Fähigkeit der Chloroplasten, Silber zu reduzieren, als ein Beweis ihres Lebendigseins betrachtet werden.

In neuester Zeit hat CZAPEK[2]) an meine Entdeckung angeknüpft. Er bestätigt die Richtigkeit meiner Befunde, nur in einem Punkte glaubt er anderer Meinung sein zu müssen. Obwohl er sich gleichfalls von der Tatsache, daß geschädigte Zellen die Silberreduktion der Chlorophyllkörner nicht geben, überzeugt hat, behauptet er, daß Chloroplasten, die durch essigsaures Blei abgetötet worden sind, die Silberreduktion genau so zeigen wie lebende. „Macht man nun mit Schnitten von *Aucuba*-Blättern oder anderen passenden Objekten den Versuch, sie zuerst einige Stunden in Bleizuckerlösung zu legen, und nach Auswaschen des überschüssigen Bleisalzes die Silberreduktion einzuleiten, so sieht man leicht, daß die Reduktion geradeso gelingt, wie mit lebenden Zellen. Es handelt sich mithin um keine „Lebensreaktion“, sondern um einen mit Bleiazetat fixierbaren (fällbaren) Stoff.“

---

[1]) MOLISCH, H., Das Chlorophyllkorn als Reduktionsorgan. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, Abt. I, Bd. 127. 1918.

[2]) CZAPEK, F., Zur Kenntnis der silberreduzierenden Zellsubstanzen in Laubblättern. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., Jg. 1920, p. 246.

Da mir auf Grund verschiedener Erfahrungen dieser Widerspruch Bedenken erregte, wiederholte ich den eben beschriebenen Versuch CZAPEKs, variierte ihn in verschiedener Weise und gelangte schließlich zur Überzeugung, daß auch mit Bleizucker getötete Chloroplasten Silbernitrat nicht mehr zu reduzieren vermögen.

Wenn man Schnitte von *Aucuba,* wie es der genannte Autor getan hat, einige Stunden in eine wässerige Lösung von Bleizucker legt und nach Auswaschen des Bleiazetats der Einwirkung des Silbersalzes unterwirft, so fällt das Ergebnis nach meinen Beobachtungen nicht gleichmäßig aus. CZAPEK gibt leider nicht genau an, wie lange er die Objekte in Bleizucker liegen läßt; er sagt nur „einige Stunden“, auch bleibt es zweifelhaft, wie konzentriert seine für die mikrochemische Untersuchung verwendete Bleizuckerlösung war. Ich verwendete, wenn nichts Besonderes bemerkt wird, eine 20 %ige wässerige Lösung. — Es kommt sehr auf die Dauer der Einwirkung des Bleiazetates an. Läßt man nur 4 bis 12 Stunden in der Bleizuckerlösung liegen, so kann es vorkommen, daß die Chlorophyllkörner im weiten Umfange die Schwärzung nicht mehr zeigen, hingegen an anderen Orten, zumal, wo der Schnitt dicker ist, noch deutlich. Ich erklärte mir dieses wechselnde Verhalten durch die Annahme, daß das essigsaure Blei während der angegebenen Zeit nicht in alle Teile des Schnittes, namentlich nicht in die dickeren, eingedrungen ist, und daher nicht alle Chlorophyllkörner abgetötet worden sind. Wohl zu beachten ist, daß die Schnitte nicht auf dem Objektträger unter Deckglas mit Bleizucker behandelt, sondern wegen leichteren Eindringens des Giftes in mit Bleizuckerlösung gefüllte kleine Bechergläser oder Schälchen untergetaucht werden. Auch empfiehlt sich ein öfteres Umrühren, um die Diffusion zu fördern, denn wenn ein Schnitt so am Boden liegt, daß die Kutikula nach oben gekehrt ist, so sind die Zellen oben durch die Kutikula fast vollends und unten durch die Glaswand vor dem Eindringen des Giftes so ziemlich geschützt. Daß wässerige Lösungen verschiedener Stoffe durch die Kutikula entweder gar nicht oder äußerst langsam und in geringer Menge eindringen, ist eine bekannte Tatsache. Aber auch vom Mesophyll aus können die Chlorophyllkörner, wenn der Schnitt aus mehreren Lagen von Zellen besteht, besonders, wenn diese reichlich durch Luftinterzellularen voneinander getrennt sind, lange gegen das Gift geschützt bleiben, und so können tote Chloroplasten vorgetäuscht werden. Aus diesem Grunde habe ich die Schnitte in der Bleizuckerlösung nicht einige Stunden, sondern 2—3 Tage darin belassen, um vollkommen sicher zu sein, daß eine Abtötung der Zellen und ihrer Chloroplasten wirklich eingetreten ist. Unterwirft man derartig behandelte Schnitte nach gründlichem Auswaschen der Schnitte in dest. Wasser der Silberprobe, so zeigt sich, daß die Chlorophyllkörner keine Schwärzung erleiden.

Arbeitet man, um die Abtötung rascher zu erzielen, mit alkoholischer Bleizuckerlösung (etwa 5 %) oder mit heißer wässeriger Bleiazetatlösung, so kann man sich gleichfalls leicht überzeugen, daß eine Schwärzung der Chlorophyllkörner durch Behandlung mit Silbernitrat nicht mehr eintritt.

Wie lange es braucht, bis Bleizucker, gelöst in Wasser, ins Innere der Gewebeschnitte eindringt und die Zellen abtötet, geht auch daraus hervor, daß anthokyanführende Gewebe, z. B. Blattflächenschnitte von *Pellionia Daveauana*, in 20 %iger wässeriger Bleiazetatlösung eingelegt, selbst nach 24 Stunden noch viele vollständig unversehrte Anthokyanzellen enthalten, die sich auch leicht plasmolysieren lassen.

Nach dem Gesagten bin ich daher der Meinung, daß, wenn CZAPEK mit Schnitten, die in wässeriger essigsaurer Bleilösung einige Stunden gelegen waren, doch eine Schwärzung der Chloroplasten mit Silbernitrat erhalten hat, diese noch nicht abgetötet waren.

Da es dem genannten Forscher gelungen ist, durch makrochemische Untersuchung aus verschiedenen Blättern kristallisierbare Körper zu erhalten, die von ihm als Depside im Sinne E. FISCHERs[1]) angesprochen werden und sich gleichfalls mit Silbernitrat schwärzen, so zieht er aus diesem und anderen Gründen, bezüglich welcher auf das Original verwiesen werden muß, den Schluß, daß die Ursache der Silberreduktion in den Chlorophyllkörnern in verschiedenen Depsiden zu suchen sei.

Ohne im mindesten das Vorkommen von Depsiden, also von esterartigen Derivaten der Phenolkarbonsäuren, in Blättern bezweifeln zu wollen, glaube ich doch, daß man vorläufig von einem Beweis, daß die Silberreduktion der Chloroplasten durch Depside veranlaßt wird, nicht gut sprechen kann, da ja diese Stoffe nicht

---

1) FISCHER, E., Untersuchungen über Depside und Gerbstoffe. Berlin 1919.

notwendigerweise aus den Chromatophoren, sondern aus anderen Teilen der Zelle herrühren könnten. Denn tatsächlich tritt die Schwärzung nicht bloß in den Chromatophoren ein, sondern es kann sich später die Silberabscheidung auch im Zellinhalt einstellen.

23 A. Ursprung und G. Blum: Zur Kenntnis der Saugkraft V.

Eine Methode zur Bestimmung des Widerstandes, den der Boden der Wasserabsorption durch die Wurzel entgegensetzt.

(Eingegangen am 30. Januar 1921. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Wie SACHS[1]) vor nunmehr über 60 Jahren schrieb, wäre es wertvoll, die Kraft zu kennen, womit die Wurzeloberflächen das hygroskopische Bodenwasser an sich ziehen. „Es ist überraschend zu sehen, daß eine Pflanze in wenig Stunden 30—40 g Wasser aus einem halben Kilogramm Erde zieht, welche sich in einem Zustande so großer Trockenheit befindet, daß man sie zu Staub zerreiben kann.“[1]) Vor allem sind es extreme Verhältnisse (z. B. Wüsten, Verhalten derselben Art in sehr feuchtem bzw. sehr trockenem Boden, Vorkommen von Arten mit stark abweichendem Wasserbedürfnis auf demselben Standort), die zur Untersuchung reizen. Nicht minder wichtig für die Pflanzengeographie, die Land- und Forstwirtschaft sind aber auch kleinere Unterschiede in der Absorptionsschwierigkeit, die sich äußerlich (durch Differenzen in der Turgeszenz) nicht erkennen lassen und die trotzdem für den Kampf ums Dasein in Betracht fallen und den Ertrag beeinflussen können. Für die Pflanzenkultur kommen ja überhaupt nur die Verhältnisse innerhalb der Grenzen normaler Entwicklungsmöglichkeit in Frage.

I. Der Widerstand, den ein Wurzelhaar (darunter verstehen wir allgemein eine absorbierende Wurzelepidermiszelle) überwinden muß, um dem Boden Wasser zu entreißen, ist in einen statischen

---

1) SACHS, Ges. Abhandl. I. p. 441.

und einen dynamischen zu trennen, je nachdem das Wurzelhaar nur eben Wasser aufnehmen oder pro Zeiteinheit eine bestimmte Wassermenge absorbieren soll. Unter den vielen Werten für diesen dynamischen Widerstand gibt es einen, der für die Pflanzenphysiologie und ebenso für die Pflanzengeographie, die Land- und Forstwirtschaft von besonderem Interesse ist und von dem im folgenden allein die Rede sein soll; es ist das der Widerstand, den das Wurzelhaar überwinden muß, um aus dem Boden pro Zeiteinheit jene Wassermenge aufzunehmen, die zu einem normalen Gedeihen der Pflanze erforderlich ist.

II. Dieser Widerstand hängt, wie leicht ersichtlich, ab a) vom Wassergehalt und der Natur des Bodens, b) von der pro Zeiteinheit zu absorbierenden Wassermenge.

a) Die vielfach bestimmte Wasserkapazität ist für den uns interessierenden Widerstand weniger wichtig, als der tatsächliche Wassergehalt des Bodens, der kleiner und größer sein kann als die Wasserkapazität. Aber auch der Wassergehalt gibt keine richtige Vorstellung, da bei demselben Wassergehalt dieselbe Pflanze auf Sandboden turgeszent, auf Humus welk sein kann. Wenn ein wasserhaltiger, also physikalisch feuchter Boden physiologisch trocken ist, d. h. der Pflanze nicht genügend Wasser abgibt, so sind verschiedene Ursachen möglich; z. B. die Adhäsion des Wassers an den Bodenteilchen, die Reibung beim Zuströmen aus entfernteren Bodenpartien gegen das Wurzelhaar, die osmotische Saugung der Bodenflüssigkeit. Zu solchen physikalisch leicht verständlichen Faktoren gesellen sich kompliziertere Einflüsse, die bald durch das Fehlen eines Stoffes (z. B. O), bald durch das Vorhandensein gewisser Substanzen (z. B. Gifte) die Wasserabsorption hemmen.

b) Bei demselben Boden wird der Widerstand wachsen mit der Wassermenge, die das Wurzelhaar pro Zeiteinheit zu absorbieren hat. Diese Wassermenge hängt ab von der Größe der absorbierenden Wurzeloberfläche und von der Stärke des Wasserverbrauches (bes. Transpiration und Wachstum). Je größer die absorbierende Oberfläche, je größer die Zahl der (gleichgedachten) absorbierenden Zellen, um so weniger Wasser muß ein Wurzelhaar (d. h. absorbierende Zelle) ceteris paribus aufnehmen („Anspruchslosigkeit“ gewisser Pflanzen). Je größer der Wasserverbrauch, je größer also hauptsächlich die Transpiration, um so mehr Wasser muß ein Haar ceteris paribus absorbieren. Es muß also der vom Wurzelhaar zu überwindende Widerstand auch abhängen von der

Oberfläche und dem Bau der transpirierenden Teile, sowie von den Außenfaktoren, welche die Transpiration beeinflussen (Welken infolge starker Transpirationssteigerung bei einem Wassergehalt des Bodens, der die Pflanze sonst turgeszent zu halten vermag). Selbstverständlich kann die Zwischenschaltung von Wasserreservoiren hier mannigfach regulierend eingreifen.

Die unter a und b genannten Faktoren, von denen der gesuchte Widerstand abhängt, sind auch für ein bestimmtes Pflanzenindividuum keine konstanten Größen. So variiert der Wassergehalt des Bodens im Laufe des Jahres, die absorbierende und transpirierende Oberfläche ändert sich im Laufe der Entwicklung, dazu gesellt sich die Unbeständigkeit der klimatischen Faktoren. Zu beachten ist ferner, daß die Bedeutung eines Faktors nur im Zusammenhang mit den übrigen Faktoren richtig gewürdigt werden kann. So hat eine bestimmte Vergrößerung der Absorptionsfläche ceteris paribus einen ganz verschiedenen Einfluß, je nachdem die Transpirationsfläche gleich stark, stärker oder weniger stark zunimmt. Das Verhältnis der absorbierenden zur transpirierenden Fläche wird nicht nur bei verschiedenen Spezies, sondern auch bei derselben Spezies je nach dem Standort (z. B. Alpen, Ebene), ja bei demselben Individuum je nach dem Entwicklungszustand verschieden sein können. Ebenso muß eine Temperaturerhöhung ceteris paribus verschieden wirken, je nachdem sie nur den Boden und die absorbierenden Organe oder nur die transpirierenden Organe oder beide zugleich trifft.

III. Wie läßt sich nun der Widerstand messen, den das Wurzelhaar überwinden muß, um aus dem Boden pro Zeiteinheit jene Wassermenge aufzunehmen, die zu einem normalen Gedeihen der Pflanze erforderlich ist?

BRIGGS u. MC CALLS[1]) „artificial root" (poröses Porzellanfilter in Verbindung mit luftleerer Kammer) sucht nur den Reibungswiderstand der Bodenlösung zu messen. Das Osmometer von J. KÖNIG[2]) berücksichtigt nur die osmotische Wirkung der Bodenlösung (aber nicht in natürlicher Konzentration). SHULL[3]) legt *Xanthium*samen in den Boden und ermittelt die Quellung, LIVING-

---

1) 1904, vgl. JUSTs Jahresber., 32, II, p. 604.

2) KÖNIG u. HASENBÄUMER, Über die Bestimmung des osmotischen Druckes Z. f. angew. Chemie, 22, 1909, I, p. 1009.

3) CH. A. SHULL, Measurement of the surface forces in soils. Bot. Gaz. 1916, 62, p. 1.

STON[1]) bringt ein semipermeables, mit Rohrzuckerlösung gefülltes Osmometer in den Boden und bestimmt die Wasseraufnahme. In beiden Fällen sind nicht nur osmotische Widerstände zu überwinden; trotzdem geben auch diese Versuche kein Maß für den gesuchten Widerstand. LIVINGSTONs Osmometer hat mehr physikalisches als physiologisches Interesse, denn manche Punkte von fundamentaler Wichtigkeit, wie der Kontakt mit dem Boden, die Größe der absorbierenden Fläche, die Saugkraft, sind anders als bei der Wurzel. Ferner kann ein physikalischer Apparat und auch der *Xanthium*same nicht entscheiden, ob die betr. Saugkraft genügt, um den Verbrauch einer transpirierenden Pflanze zu decken. LIVINGSTON kommt daher auch nur zum Resultat, daß die Osmometersaugung, die nötig ist, um dem Boden Wasser zu entziehen, viel höher ist als der „osmotische Druck" der meisten Pflanzenzellen, und daß daher entweder der Kontakt des Osmometers mit den Bodenpartikelchen schlechter ist als der der Wurzelhaare, oder daß die osmotische Saugung bei der Wasserabsorption keine so wichtige Rolle spielt als man bisher glaubte.

Die erwähnten Methoden reichen also nicht aus; dagegen läßt sich der gesuchte Widerstand offenbar messen durch die Kraft, die zu seiner Überwindung erforderlich ist. Nehmen wir nach der geläufigen Vorstellung an, diese Kraft sei eine osmotische[2]), so sollte die Saugkraft der Wurzelhaare einer normal gedeihenden Pflanze ein Maß geben für die gesuchte Größe. Denn wäre die Saugkraft des Wurzelhaares größer als nötig, so müßte es mehr Wasser aufnehmen als weitergeben, seine Saugkraft müßte also abnehmen, bis sie sich automatisch auf den verlangten Wert eingestellt hätte; ebenso müßte — solange die Pflanze turgeszent bleibt — eine zu niedrige Saugkraft automatisch steigen, bis das Wurzelhaar ebensoviel Wasser aufnimmt als es weitergibt.

IV. Um diese Annahme experimentell auf ihre Richtigkeit zu prüfen, benutzen wir vornehmlich Substrate von bekannter Saugkraft, z. B. Zuckerlösungen von bestimmter Konzentration. Ist W = Gesamtmenge des von der Wurzel pro Zeiteinheit absorbierten Wassers, $w_1, w_2 \ldots\ldots w_n$ = die von jedem der n Wurzelhaare pro Zeiteinheit absorbierte Wassermenge, somit $W = w_1 + w_2 + \ldots\ldots + w_n$.

---

[1]) B. E. LIVINGSTON, Relation of desert plants to soil moisture and to evaporation. Washington 1906.

[2]) JOST, Pflanzenphysiologie, 3. Aufl., p. 43, zweifelt „keinen Augenblick", daß „die Kraft, durch welche das Wurzelhaar die Adhäsion des Wassers an die Bodenpartikelchen zu überwinden vermag", „eine osmotische ist".

Ist $r_1, r_2 \dots r_n$ = Saugkraft der Zuckerlösung in der Umgebung der Wurzelhaare; $s_1, s_2 \dots s_n$ = Saugkraft der Wurzelhaare, so wird w_1 proportional $(s_1 - r_1)$ und wie leicht ersichtlich o, wenn $s_1 = r_1$; somit $w_1 = c_1 \; (s_1 - r_1)$, $w_2 = c_2 \; (s_2 - r_2) \dots w_n = c_n \; (s_n - r_n)$.

Ist die Konzentration der Zuckerlösung überall dieselbe und sind alle absorbierenden Zellen gleich, so wird $r_1 = r_2 = \dots r_n = r$; $s_1 = s_2 = \dots s_n = s$; $c_1 = c_2 = \dots c_n = c$; $w_1 = w_2 = \dots w_n = w$; folgl. $W = nw$; $w = c \; (s - r)$; $s = \frac{w}{c} + r$ oder

$$s = \frac{1}{c} \cdot \frac{W}{n} + r \qquad (1)$$

Unter den verschiedenen Faktoren, von denen s abhängt, spielt r insofern die Hauptrolle, als es die untere Grenze angibt, bis zu welcher s sinken kann.

Ist $\frac{W}{n}$ sehr klein, so sollte nach (1) annähernd $s = r$ werden. Dies soll zuerst untersucht werden.

Es bedeutet s = Saugkraft der Epidermiszellen aus nächster Nähe der jüngsten Wurzelhaare von Seitenwurzeln 1. Ordnung. s differiert in benachbarten Zellen nicht selten um bis ca. 0,3 Atm.; die angeführten Werte sind daher stets Mittel aus 4—8 Messungen. Die Kulturflüssigkeiten wurden alle 2 Tage erneuert.

a) Übertragen aus Sägespänen in H_2O. *Vicia Faba 1:* Sproß 5 cm lg., blattlos. In Sägespänen s = 1,1 Atm.; nun in H_2O übertragen, nach 5 Stdn. s = 0,8; nach 8 Stdn. s = 0,3; nach 23 Stdn. s = 0,0. *Vicia Faba 2*: Sproß 5 cm lg., blattlos. In Sägespänen s = 1,6 Atm.; nun in H_2O übertragen, nach 6 Stdn. s = 1,3; nach 22 Stdn. s = 0,8; nach 50 Stdn., wahrsch. aber schon viel früher s = 0,0 Atm. *Vicia Faba 3, 4, 5, 6:* alle vom gleichen Entwickelungszustand wie *Vicia 1* hatten s nach 23 Stdn. auf 0,0 reduziert. *Vicia Faba 7*: Sproß 20 cm lg., 3 Laubb. In Sägespänen s = 2,1 Atm.; nun in H_2O, nach 40 Stdn. s = 0,0 Atm. — Bei 2 Exemplaren von *Phaseolus vulgaris 1, 2*: Sproß 14 cm lg., 2 Primärb., ist s 23 Stdn. nach dem Übertragen aus Sägespänen in H_2O von 1,6 Atm. auf 0,0 Atm. gesunken. Die Wurzelepidermis der Versuchspflanzen hat also in der Regel nach 1, spätestens nach 2 Tagen (langsamer, wenn das anfängliche s höher war) die Saugkraft des H_2O angenommen. — Die auf 0 reduzierte Saugkraft bleibt ceteris paribus auf 0, wie die folgende Kontrolle zeigt. *Vicia Faba 8:* Sproß 11 cm lg., blattlos.

In Sägespänen . . . . . . s = 1,4 Atm.; O_g[1]) = 0,33 Mol. Rohrz.
In H_2O, nach $^3/_4$ Tagen . s = 0,3 Atm.; O_g = 0,32—0,33 Mol. Rohrz.
In H_2O, nach weiteren 3 Tg. s = 0,0 Atm.; O_g = 0,28 Mol. Rohrz.
In H_2O, nach weiteren 9 Tg. s = 0,0 Atm.; O_g = 0,26 Mol Rohrz.

s ist also 0 geblieben, obschon der Sproß um 7 cm, die Hauptwurzel um 11 cm sich verlängerte und 2 Blätter sich entwickelten.

b) Übertragen aus Sägespänen in Lösung von 0,02 Mol. Rohrz., deren Saugkraft = 0,5 Atm. ist. *Vicia Faba 9:* Sproß 5 cm lg., blattlos. In Sägespänen s = 1,1 Atm.; nun in 0,02 Mol. Rohrz. übertragen. Nach 1 Tag s = 0,5 Atm., nach weiteren 2 Tagen s = 0,5 Atm., nach weiteren 3 Tagen s = 0,5 Atm., nach weiteren 9 Tagen s = 0,5 Atm. Der neue Wert wird also während der ganzen 14tägigen Beobachtungsdauer beibehalten, wobei der Sproß um 17 cm sich verlängerte und 3 Blätter sich entfalteten.

c) Übertragen aus Sägespänen in Lösung von 0,04 Mol. Rohrz., deren Saugkraft = 1,1 Atm. ist. *Vicia Faba 10:* Sproß 8 cm lg., blattlos. In Sägespänen s = 1,1 Atm.; nun in 0,04 Mol. Rohrz. Nach 1 Tag s = 1,1 Atm., nach weiteren 6 Tagen s = 1,1 Atm., nach weiteren 8 Tagen s = 1,1 Atm. Der neue Wert wird also während der ganzen 14tägigen Beobachtungsdauer beibehalten, wobei der Sproß um 16 cm sich verlängerte und 3 Blätter sich entfalteten.

d) Übertragen aus Sägespänen in Lösung von 0,20 Mol. Rohrz., deren Saugkraft = 5,3 Atm. ist. Bei *Vicia Faba 12* u. *13* (siehe e u. f) hatten die Epidermiszellen 5 bzw. 7 Tage (da die Prüfung erst nach dieser Zeit erfolgte, kann die Anpassung auch schon früher vollendet gewesen sein) nach dem Übertragen in Rohrzuckerlösung deren Saugkraft angenommen. Langsamer erfolgte die Anpassung bei *Vicia Faba 11:* Sproß 9 cm lg., blattlos.

In Sägespänen . . . . s = 1,4 Atm.; Og = 0,33 Mol. Rohrz.
In 0,20 Mol. Rohrz., nach 5 Tagen s = 5,7 Atm.; Og = 0,47 Mol. Rohrz.
In 0,20 Mol. Rohrz., n. weit. 6 Tg. s = 5,3 Atm.; Og = 0,48 Mol. Rohrz.
In 0,20 Mol. Rohrz., n. weit. 14 Tg. s = 5,3 Atm.; Og = 0,47 Mol. Rohrz.

Nach 1tägigem Verweilen in 0,20 Mol. Rohrz. sind alle Epidermiszellen der Untersuchungszone tot; ihr Plasma ist geschrumpft. Trotzdem wachsen die Seitenwurzeln weiter, und nach 5 Tagen erweisen sich die Epidermiszellen der jetzigen Absorptionszone als lebend. In der Rohrzuckerlösung verlängerte sich der Sproß um 13 cm und es entfalteten sich 3 Blätter. Daß die Saugkraft der Wurzelhaare zuerst höher ist als die der Kulturflüssigkeit, dürfte auf der anfänglich starken Reduktion der Absorptionszone beruhen, die das Absterben der Zellen mit sich brachte.

---

[1] O_g = osmotischer Wert bei Grenzplasmolyse.

e) Reduktion der absorbierenden Oberfläche. *Vicia Faba 12:* Sproß 16 cm lg., 2 junge Blätter, Hauptwurzel mit 52 Seitenwurzeln 1. Ordg. Pflanze seit 5 Tagen in 0,20 Mol. Rohrz., s = 5,3 Atm. Nun wird die Hauptwurzel abgeschnitten, so daß nur deren Basis (Schnittfläche mit Lanolin verklebt bleibt außerhalb der Lösung) mit 10 Seitenwurzeln übrig bleibt.
Mit 52 Seitenwurzeln . . . . s = 5,3 Atm.; Og = 0,47 Mol. Rohrz.
Mit 10 Seitenwurz., nach 2 Tagen s = 6,3 Atm.; Og = 0,52 Mol. Rohrz
Mit 6 Seitenwurz., nach 1 weit. Tg. s = 5,8 Atm.; Og = 0,52 Mol. Rohrz.
Mit 5 Seitenw., nach 3 weiter. Tgn. s = 6,0 Atm.; Og = 0,54 Mol. Rohrz.
Mit 4 Seitenw., nach 4 weiter. Tgn. s = 5,9 Atm.; Og = 0,58 Mol. Rohrz.
Mit 3 Seitenw., nach 10 weit. Tgn. s = 5,9 Atm.; Og = 0,56 Mol. Rohrz.
Die Reduktion der absorbierenden Oberfläche hat also ein deutliches Ansteigen der Saugkraft zur Folge, die nun bedeutend höher bleibt als die Saugkraft der Kulturflüssigkeit. Nach der Reduktion verlängerte sich der Sproß um 6 cm und es entfaltete sich 1 weiteres Blatt. Die Sproßspitze war bis zur letzten Messung turgeszent, obschon die Wurzeln schon von s = 6,0 Atm. an auffallend große Unregelmäßigkeiten in Saugkraft und osmotischem Wert zeigten, was nach anderweitigen Erfahrungen gewöhnlich auf baldiges Absterben hinweist. Die 2 älteren Blätter waren zuletzt welk.

f) Seitenwurzeln in verschieden konzentrierten Lösungen. *Vicia Faba 13:* Sproß 20 cm lg., mit 2 Blättern. Pflanze seit 7 Tagen in 0,20 Mol. Rohrz., s = 5,3 Atm. Hauptwurzel wie in e entfernt, so daß nur 9 Seitenwurzeln übrigbleiben, deren oberste nicht in Flüssigkeit befindliche Partien sorgfältig vor Vertrocknen geschützt sind. Von diesen 9 Seitenwurzeln läßt man 4 in H_2O, 5 in 0,20 Mol. Rohrz. tauchen.
Nach { In 0,20 Mol. Rohrz. s = 4,8 Atm. (statt 5,3); Og = 0,50 Mol. Rohrz.
4 Tg { In H_2O . . . . s = 0,3 Atm. (statt 0,0); Og = 0,34 Mol. Rohrz.
(Bei der nächsten Prüfung nach weiteren 7 Tagen waren die Zellen im Absterben begriffen.) Infolge der starken Reduktion der Wurzeln ist s in $H_2O > 0$ zu erwarten (vgl. e); dies um so mehr, als die in Zucker tauchenden Wurzeln den anderen Wasser entziehen und ihre Saugkraft erniedrigen, so daß sie nun sogar Wasser an das Substrat abgeben. Es sind also Fälle möglich, in denen das Wurzelsystem Wasser aus einer feuchten in eine trockene Bodenpartie leitet.

g) Kulturen in erst feuchten, dann austrocknenden Sägespänen. *Vicia Faba 14:* Sproß 6 cm lg., blattlos. s steigt an während 13 Tagen ohne Welken von 1,1 Atm. auf 2,1 Atm. Nun beginnt Welken des Sprosses. In vereinzelten noch lebenden Wurzelhaaren schwankt s zwischen 2,6 und 3,2 Atm. *Vicia Faba 15:* Sproß 40 cm lg., 6 Blätter. Bei beginnendem Welken ist s = 3,2 Atm. *Phaseolus vulgaris 3:* Sproß 7 cm lg. s steigt an während 12 Tagen ohne Welken von 0,8 auf 1,9 Atm.; nun beginnt Welken des Sprosses und weiteres Ansteigen von s bis 2,9 Atm., verbunden mit Absterben absorbierender Wurzelzellen. — Nun folgen 2 Versuche mit Erdkulturen. *Vicia Faba 16:* Sproß 5 cm lg., blattlos. Topfpflanze in erst feuchter, dann austrocknender Gartenerde. s steigt an während 10 Tagen ohne Welken von 1,1 auf 2,1 Atm. Nun beginnt Welken des Sprosses und Absterben der Wurzel. Es wurden hier keine lebenden Wurzelhaare mit s > 2,1 Atm. gefunden. *Phaseolus vulgaris 4:* Kultur in stets mäßig feucht gehaltener Erde, in Holzkasten von 70 cm Höhe, 25 cm Breite, 50 cm Tiefe. Sproß 1,5 m hoch, mit 30 Blättern. Trotz voller Turgeszenz des Sprosses und regelmäßigen Gießens wurden 15 cm unter der Bodenoberfläche nur folgende s gefunden: 2,4; 2,4; 2,4; 2,6; 2,6; 2,6; 2,9; 2,9; 2,9; 3,2; 3,4 Atm. — Da nach d die Saugkraft der Wurzelhaare über 5 Atm. erreichen kann und die Pflanzen dabei frisch bleiben und weiterwachsen, so fällt auf, daß in austrocknenden Sägespänen die Sprosse bei s > 2 Atm. welken und die Wurzelhaare schon bei s weit < 5 Atm. absterben. Das Verhalten in Sägespänen scheint darauf zu beruhen, daß das Austrocknen zuletzt zu rasch erfolgt und die Wurzeln absterben müssen, bevor sie sich an die veränderten Verhältnisse anzupassen vermögen. — Daß in der turgeszenten Erdkultur von *Phaseolus 4* s bedeutend höher ist als in den turgeszenten Sägespänkulturen, dürfte auf den geringeren Wassergehalt der Erde und die stärkere Transpiration (vgl. unter h) zurückzuführen sein.

Bemerkenswert ist ferner die Verschiedenheit von s in verschiedenen Teilen desselben Wurzelsystems. So schwankt s bei *Phaseolus 4* in ziemlich benachbarten Bodenschichten gleichzeitig zwischen 2,4 und 3,4 Atm.; bei einer Sägespänkultur von *Vicia Faba 17* zwischen 1,1 und 1,9 Atm. Es kann das nach f auf Verschiedenheiten des Substrates beruhen, und tatsächlich liegt auch bei *Vicia 17* die höhere Saugkraft in den oberen, trockeneren Teilen des Topfes.

h) Steigerung der Transpiration. Das Verbringen eines

Topfexemplares von *Cyclamen persicum* mit 40 Blättern und 120 Wurzeln aus dem feuchten Raum in Zimmerluft vor den Ventilator bewirkte, bei steter Wassersättigung der Erde, nach einigen Stunden ein Ansteigen von s von 1,3 auf 1,6 Atm., und nach Entfernen von $^5/_6$ der Wurzeln ein weiteres Ansteigen auf 2,1 Atm. unter gleichzeitigem Welken.

i) Temperaturerniedrigung. *Vicia Faba 18:* Sproß 18 cm lg., 1 junges Blatt; Sägespänkultur. Bei gleichbleibendem Wassergehalt wird das Substrat im Verlaufe von 30 Stunden allmählich von 18° C. auf 2° abgekühlt:
Temp. der Sägespäne 18°: $s = 0{,}7$ Atm.; $Og = 0{,}36$ Mol. Rohrz.
Temp. der Sägespäne 2°: $s = 1{,}9$ Atm.; $Og = 0{,}44$ Mol. Rohrz.
Temp. der Sägespäne während 2 weiterer Tage auf 2° gehalten:
$s = 1{,}9$ Atm.; $Og = 0{,}42$ Mol. Rohrz.
Der Sproß war während der Abkühlung turgeszent geblieben und um 2 cm gewachsen.

k) Sauerstoffarmut des Substrates. *Vicia Faba 19:* Sproß 18 cm lg., 2 Blätter. Pflanze erst in Sägespänen, dann übertragen in ausgekochtes H_2O mit 3 mm dicker Paraffinöldecke.
In Sägespänen . . . . $s = 1{,}1$ Atm.; $Og = 0{,}37$ Mol. Rohrz.
In H_2O mit Öldecke nach 2 Tagen $s = 0{,}9$ Atm.; $Og = 0{,}39$ Mol. Rohrz.
In H_2O m. Öld. n. 1 weiteren Tage $s = 1{,}1$ Atm.; $Og = 0{,}40$ Mol. Rohrz.
In H_2O m. Öld. n. 3 weiteren Tgn. $s = 1{,}0$ Atm.; $Og = 0{,}35$ Mol. Rohrz.
6 Tage nach dem Übertragen in das sauerstoffarme Wasser sind die Wurzeln deutlich erschlafft, während der Sproß noch kein Welken erkennen läßt. 4 Tage später ist die Epidermis der Absorptionszone im Absterben begriffen, die Blätter sind stark deformiert und welken bald darauf. Der pathologische Zustand ist aus den Messungen deutlich erkennbar an dem Nichtzurückgehen der Saugkraft (vgl. a); es scheint, daß die Wurzel bestrebt ist, s zu heben durch Erhöhung von Og, um die Schwierigkeiten der Wasserabsorption zu überwinden. — Formel (1) setzt ein normales Plasma voraus; der Einfluß des Mangels an O oder der Anwesenheit von Giften ist daher aus ihr nicht ersichtlich.

Nach unseren Versuchen (a—d) ist also, entsprechend Formel (1) für junge Pflanzen (wo $\frac{W}{n}$ sehr klein), die Saugkraft des Substrates = der Saugkraft der Wurzelhaare. Nimmt in Formel (1) n ab, infolge starker Reduktion der absorbierenden Oberfläche, so wächst der erste Term und es wird $s > r$, was die Versuche (e, f und z. T. auch d) bestätigen. Ebenso wird $s > r$, wenn W infolge gesteigerter Transpiration zunimmt (Versuch h). Erniedrigung der Temperatur des Substrates (Sägespäne) in Versuch i erhöht die innere Reibung des Wassers und die Adsorption, also den Bodenwiderstand, was das Ansteigen von s verständlich macht.

Frage III: „Wie läßt sich der Widerstand messen, den das Wurzelhaar überwinden muß, um aus dem Boden pro Zeiteinheit jene Wassermenge aufzunehmen, die zu einem normalen Gedeihen der Pflanze erforderlich ist?“ glauben wir daher dahin beantworten zu dürfen, daß sich der gesuchte Widerstand zurzeit am genauesten durch die Saugkraft der Wurzelhaare messen läßt. Denn in allen Versuchen, wo der zu überwindende Widerstand genau bekannt war, war er numerisch gleich der Saugkraft der Wurzelhaare. Wo der zu überwindende Widerstand nicht genau bekannt, eine quantitative Kontrolle also unmöglich war, ließ sich immerhin zeigen, daß Saugkraft und Widerstand in gleichem Sinne sich ändern.

V. Zur Analyse der Saugkraftänderung. Die Saugkraftänderung der Zelle kann auf verschiedenen Ursachen beruhen. Wir nennen 1. die Volumänderung der Zelle infolge von Aufnahme oder Abgabe von Wasser. 2. die Änderung des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse (Og) infolge von Exo- bzw. Endosmose osmotisch wirksamer Substanz oder infolge chemischer Umsetzungen. 3. die Änderung des Elastizitätsmoduls der Wand. Über Punkt 3 liegen uns keine Erfahrungen vor, wohl aber über Punkt 1 und 2. So zeigen alle hierauf geprüften Versuche (a, d, e, i), daß die Änderung der Saugkraft in der Regel von einer gleichsinnigen Änderung des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse begleitet ist. Die genauere Analyse, wie sie allerdings erst für *Vicia 8*, und auch hier nur unvollständig vorliegt, läßt erkennen, daß anfänglich s sich ändert ohne Variation von Og, also wohl infolge der Volumänderung der Zelle. Erst später greift dann Og ein und variiert sogar noch weiter, wenn s schon konstant geworden ist *(Vicia 8* und *12)*. Daß den Zellen in Zuckerlösung die Erhöhung der Saugkraft nicht schwer fallen dürfte, zeigt die Jodprobe. Kulturen aus Sägespänen und H_2O gaben in der Absorptionszone der Wurzel keine Stärkereaktion. In 0,02 Mol. Rohrz. vereinzelt Stärke in den 3 äußeren Rindenschichten. In 0,04 Mol. Rohrz. mehr Stärke in allen Rindenschichten. In 0,20 Mol. Rohrz. noch mehr Stärke in allen Rindenschichten.

24. Alexander Lingelsheim: Stilbella Arndtii, ein neuer entomogener Höhlenorganismus aus Schlesien.

(Eingegangen am 4. Februar 1921. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Herr Dr. med. et phil. WALTER ARNDT beschäftigt sich mit der zoologischen Durchforschung der schlesischen Höhlen[1]) und hatte die Freundlichkeit, gelegentlich dabei gemachte mykologische Beobachtungen mir mitzuteilen. So erhielt ich aus der Höhle von Wolmsdorf mehrere Fruchtkörper einer *Mycena,* die ich zu *M. filopes* Bull. stellen möchte. Der interessanteste Fund ist jedoch eine insektenbewohnende Stilbacee aus dem alten Bergwerkstollen von Bögendorf, Kreis Schweidnitz, die zu Ehren ihres Entdeckers benannt werden soll.

Stilbella Arndtii Lingelsh. — Synnemata entomogena, gregaria, albida, simplicia nec ramosa nec prolifera, e corpore insectorum assurgentia, 1—5 mm longa; mycelio superficiali deficiente. Stipites filiformes, lineares vel curvati, laeves; capitula hemisphaerica vel applanato-globosa, usque ad 0,5 mm crassa. Conidia hyalina, ellipsoidea, acuta, 3 × 1 μ, muco subceraceo tecta. Hab. in corpore Heleomyzae serratae L. in antris prope Bögendorf Silesiae. Dr. W. ARNDT leg. 1920.

Für die Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz ist bisher überhaupt keine insektenbewohnende Art der Gattung *Stilbella* bekannt geworden[2]). — Die Mehrzahl aller Stilbellen ist an pflanzliches Substrat gebunden, einige sind koprophil, und nur ganz wenige Arten kommen hier und da auf Insektenleichen bzw. Insektenlarven vor, leben aber ausschließlich darauf als „Insektenpilze".

Wenn man von der gänzlich zweifelhaften, unzureichend beschriebenen *S. Pseudomortierella* (P. Damysz et Wize) Lindau[3]) auf dem Rüsselkäfer Cleonus punctiventris Germ. in Süd-Rußland absieht, gibt es im ganzen vier entomogene Formen innerhalb der Gattung, darunter nur eine europäische, *S. Kervillei* (Quélet) Lindau[4]) aus

---

[1]) W. ARNDT, Beiträge zur Kenntnis der Höhlenfauna. Ergebnis einer faunistischen Untersuchung der Höhlen Schlesiens, in Zool. Anz. (im Druck).

[2]) Vgl. G. LINDAU, Fungi imperfecti, in L. RABENHORST, Krypt. Fl. Deutschl., Österr., Schweiz IX (1910) 291—303.

[3]) P. A. SACCARDO, Syll. fungorum XVIII (1906) 635.

[4]) P. A. SACCARDO, l. c. IV (1886) 566.

Frankreich und Holland; in Nordamerika, Sterling, lebt *S. ramosa* (Peck) Lindau[1]) auf Insektenlarven, in Australien, Victoria, *S. formicarum* (Cooke et Mass.) Lindau[2]), auf toten Ameisen; *S. Buquetii* (M. et Ch. Rob.) Lindau[3]) wird aus den Tropen von verschiedenen, nicht näher bezeichneten Insekten angegeben.

Unsere Art steht der etwa gleich großen *S. Kervillei* bezüglich der kleinen, ellipsoidischen Conidien am nächsten, ist jedoch davon unterschieden, vor allem durch den durchweg unverzweigten Stiel, ferner durch die weiße Farbe der Koremien und Köpfchen, die bei jener mehr oder weniger gelb ist; auch fehlt der gelbe, flockige Mycelbelag auf dem Körper des Insekts, aus dem sich der glatte Stiel erhebt, der bei *S. Kervillei* nicht glatt, sondern wollig oder sammetartig ist. Die Koremien von *S. Arndtii* steigen unmittelbar aus dem Insektenkörper, namentlich aus den Ringen des Hinterleibes, auch aus der Afteröffnung empor. Die außereuropäischen Arten kommen für einen Vergleich nicht in Frage, weil sie rot bzw. schwarz oder braun gefärbt, teilweise verzweigt und mit anders gestalteten Sporen ausgestattet sind.

Auch *S. Kervillei* ist eine höhlenbewohnende Art, sie wurde in Kalksteinhöhlen bei Rouen und Elbeuf auf den Körpern von Leria caesia, einer nach Dr. ARNDT schattenliebenden Fliege, gefunden. In neuerer Zeit ist dieser Pilz auch aus Holland durch die Beobachtungen von H. SCHMITZ[4]) bekannt geworden. Die von REHM[5]) bestimmten Stücke dieses Fundes bewohnen „die Grottenfliegen“ Scoliocentra villosa, S. scutellaris, auch Leria (Blepharoptera) caesia und L. serrata in den Kalkgrotten von Maastricht und Umgebung.

Nach Dr. ARNDT gehören die verpilzten Fliegen von Bögendorf zu seiner Kategorie der Troglophilen; das sind oberirdische Tiere, „die innerhalb ihres Verbreitungsgebietes mit einer großen Regelmäßigkeit in Höhlen getroffen werden“. In derselben Lokalität hausen nach Dr. ARNDT noch eine weitere Heleomyzide, Heleomyza modesta Meig., und die Cypseliden, Cypsela suillina Halid. und Limosina silvatica Meig., die aber nicht infiziert waren. Die letztgenannten drei Tiere sind ombrophil, „doch trifft man sie hin und wieder im Licht“.

Auch die Fliegen von Rouen, Elbeuf und Maastricht gehören alle in die Familie der Heleomyziden, und nach den freundlichen näheren Angaben von Dr. ARNDT führen jene Vertreter ein weitgehend übereinstimmendes Dasein: Sie lieben den Schatten, sind wohl Dämmerungstiere, die oft in größerer Menge an schattigen Orten leben. Sie sitzen gern an Fenstern in öffentlichen Aborten, bewohnen auch Tierbauten und sind darin oft häufiger, draußen seltener.

---

[1]) P. A. SACCARDO, l. c. IV (1886) 569.

[2]) P. A. SACCARDO, l. c. X (1892) 684.

[3]) P. A. SACCARDO, l. c. IV (1886) 566.

[4]) H. SCHMITZ in Tijdschr. v. Entomologie vol. 50. 1907.

[5]) Bei H. SCHMITZ, l. c.

An die Tatsache anknüpfend, daß die in Europa von *Stilbella* befallenen Fliegen zu den Heleomyziden gehören, meint Dr. ARNDT brieflich, ob *S. Kervillei* und die schlesische Art vielleicht familienspezifisch sein könnten. Dieser Gedanke hat meines Erachtens einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich, denn es wäre sonst schwer erklärlich, warum die Fliegen von Bögendorf aus der Familie der Cypseliden überhaupt nicht befallen waren.

Zweifellos handelt es sich bei *S. Kervillei*, besonders aber bei *S. Arndtii*, um Höhlenorganismen, was aus der Beschaffenheit der Fundstellen und aus der Tatsache geschlossen werden muß, daß diese Pilze in offenem Gelände noch nie beobachtet wurden. Auch sind die befallenen Insekten, wie soeben erörtert wurde, Höhlenbewohner, zum mindesten Schattentiere.

Ist auch die Frage nach der Infektion der Fliegen durch Sporen der *Stilbella*-Arten noch nicht durch Experimente geprüft, so erachte ich mit REHM[1]) doch diesen Vorgang so gut wie sicher. REHM hält solche Arten der Gattung *Stilbella*, im besonderen *S. Kervillei*, für infektiös Insekten gegenüber und bezweifelt nicht, daß die in den Höhlen lebenden Fliegen in großer Zahl durch die einzelligen, äußerst kleinen Sporen (2 × 3 μ bei *S. Kervillei*) infiziert und durch das sich entwickelnde Mycel getötet werden.

Es wäre aber immerhin erstrebenswert, Infektionsversuche mit verschiedenen Fliegen oder anderen Insekten anzustellen, ferner auch die übrigen Höhlen Mitteleuropas, vor allem Deutschlands, auf das Vorkommen entomogener Stilbellen hin zu durchforschen. Man darf wohl erwarten, daß zwischen den westlichen Fundplätzen in Nordfrankreich und Holland und dem extrem östlich auf ungefähr gleicher Breite liegenden schlesischen Standorte noch weitere aufgefunden werden. Dabei würden sich vielleicht manche interessante Beziehungen zwischen Höhlenpilzen und Höhlentieren ergeben.

---

1) Bei H. SCHMITZ, l. c.

25. Friedl Weber: Über die Winterruhe der Holzgewächse.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz.)

(Eingegangen am 12. Februar 1921. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Es ist seit langem bekannt, daß viele Pflanzen, die im Winter dauernd in geheizten Räumen gehalten und so dem Einfluß der Kälte entzogen werden, später austreiben als solche, die man erst nach Beendigung ihrer freiwilligen Ruhe ins Warmhaus bringt. Die eingehendsten Versuche darüber hat MOLISCH (1909) angestellt; er kommt zu dem Ergebnis: Das Austreiben erfolgt um so rascher, je länger die Knospen vorher Gelegenheit hatten, im Freien niedere Temperaturen zu genießen. Die Pflanzen befinden sich im Freien also gewissermaßen einem natürlichen Frühtreibverfahren ausgesetzt. Es ist anzunehmen, daß dieses — wie die übrigen, künstlichen — von streng lokaler Wirkung ist; Versuche darüber scheinen nicht vorzuliegen, besonders vermißt man solche, welche entscheiden, ob es für das vor- oder rechtzeitige Austreiben bewurzelter Holzgewächse nötig ist, daß auch ihr Wurzelsystem der Kälte ausgesetzt wird und umgekehrt, ob durch Kältebeeinflussung des Wurzelsystems allein eine Wirkung auf die Ruheperiode der Knospen der Baumkrone ausgeübt werden kann. Um dies zu entscheiden, kam folgender einfache Versuch zur Ausführung:

Von jungen zirka 1,50 m hohen Lindenbäumchen, die bei mehrjähriger Freilandkultur auf die Gleichmäßigkeit ihres Vegetationsrhythmus hin beobachtet worden waren, wurde ein eingetopftes Exemplar (*Tilia I*) am 18. 10. 1920 noch vor Eintritt des ersten Frostes in einen ständig geheizten Kellerraum eingestellt; ein zweites (*Tilia II*) befand sich ebenfalls ab 18. 10. in demselben Raum, aber nur mit dem oberen verzweigten Stammteil, der Baumkrone, während das eingetopfte Wurzelsystem ins Freie ragte; dies ließ sich so bewerkstelligen: In einen Fensterrahmen wurden an Stelle des Glases zwei gut aneinander gepaßte Holzbretter eingesetzt, die mit einem der Baumstammdicke entsprechenden Ausschnitt versehen waren; durch dieses Loch ragte der Stamm nach außen; undichte Stellen wurden mit Sphagnum verstopft und mit Tüchern umwickelt. Das eingetopfte Wurzelsystem im Freien war wegen der Erfrierungsgefahr in Erde und Laub eingebettet. Das dritte

Exemplar (*Tilia III*) wurde analog dem zweiten, aber in umgekehrter Richtung, angeordnet: Der Wurzelballen im Innern des geheizten Raumes, die Baumkrone außerhalb desselben, im Freien. Über die Witterungsverhältnisse ist nur zu sagen: Ab 26. 10. bis Ende Dezember herrschten anhaltend niedere Temperaturen (um 0°). stärkere Fröste blieben aus. Der warme Kellerraum, in dem sich die Heizanlage für das Gewächshaus befindet, wies ziemlich hohe Temperaturen auf (16 bis 22° C). Am 29. 12. kamen die drei Exemplare in das mäßiger temperierte „Warm“haus (8—20° C).

Tilia III begann bereits Mitte Januar mit der Knospenentfaltung und war Anfang Februar vollständig und gleichmäßig belaubt — die neu entstandenen Triebe bis zu 28 cm lang. *Tilia I* zeigte zu dieser Zeit noch keine Spur von Knospenschwellung und verharrte auch weiterhin im Ruhezustand. *Tilia II* verhielt sich ebenso wie *I*, nur am basalen Stammteil, der sich im Freien befunden hatte, entfalteten sich die Knospen einzelner Stockausschläge, die jedoch dann entfernt wurden. Prüfung des Fettgehaltes der Zweige dieses Exemplares am 5. 2. zeigte folgende Verteilung: Sehr viel Fett in der Markkrone, viel im Holz, der Cambiumzone und Phloemparenchym beträchtlich weniger in den verbreiterten Rindenmarkstrahlen, wo — im Gegensatz zu den übrigen Teilen — ziemlich viel Stärke festzustellen war[1]). Besichtigung des Wurzelsystems an dem gleichen Tage ergab: Sehr reichliche Wurzelneubildung bei *Tilia II*; die neuen Wurzeln bis 18 cm lang, auch zahlreiche Faserwurzeln; *Tilia III* geringe Wurzelneubildung; *Tilia 1* nur ganz vereinzelte neue Wurzeln[2]).

Demnach geht aus diesen Versuchen hervor:

1. Nach Einwirkung von Kälte getriebene Lindenbäumchen belauben sich frühzeitig, auch wenn ihr Wurzelsystem der Kältewirkung nicht ausgesetzt war. Das Wurzelsystem befriedigt den Wasserbedarf der sich belaubenden Krone,

---

[1]) Übereinstimmung mit früheren Befunden, wonach die Fettbildung bei *Tilia* im Winter durch Temperaturerhöhung nicht rückgängig gemacht werden kann (WEBER 1909).

[2]) Auch zwei zirka 1 m hohe, seit dem Herbst im Warmhaus stehende noch völlig ruhende Buchenbäumchen zeigten bis Februar so gut wie keine Wurzelneubildung; analoges (auch in bezug auf die Verzögerung der Knospenentfaltung) ergab eine vor Jahren durchgeführte Versuchsserie mit je 20 Stück 2- und 3jähriger Linden und Buchen, die als Wasserkultur gehalten dauernd der Kälte entzogen blieben. Über die Verlängerung der Ruheperiode durch Warmhauskultur vgl. auch WEBER 1916.

auch nach dauernder Entziehung der Einwirkung winterlicher Temperaturen[1]).

2. Ein der Winterkälte ausgesetzt gewesenes, sich reichlich erneuerndes Wurzelsystem vermag die Knospen der dauernd warm gehaltenen Krone nicht frühzeitig[2]) zur Entfaltung zu bringen.
3. Dauernde Warmhaustemperatur während der Ruheperiode verzögert das Austreiben der Knospen (*Tilia II*), verhindert aber nicht das Funktionieren von Wurzel und Stamm in bezug auf Wasseraufnahme und -leitung (*Tilia III*).
4. Das Wurzelsystem von *Tilia* scheint eine freiwillige Ruhe durchzumachen[3]) und durch Kälte sich frühtreiben zu lassen.
5. Wurzelsystem und Stamm passen sich anscheinend hinsichtlich der Wasseraufnahme und -leitung dem Bedürfnis der unbelaubten oder belaubten Baumkrone völlig an.

Ob letzteres auch für andere Pflanzen gilt, ist fraglich. SORAUER (1909, p. 353) führt den krankhaften Blattverlust bei *Ficus*, *Camellia* u. a. im Winter in geheizten Räumen und bei reichlicher Wasserzufuhr darauf zurück, daß das nicht ruhende Wurzelsystem dem in der Vegetationsruhe befindlichen Blattapparat zu viel Wasser zuströmen läßt, „das die Blätter nicht zu verarbeiten vermögen“.

Ebenso schieben die Praktiker die Schuld für das Versagen der Veredelung spätaustreibender Sorten mancher Fruchtbäume auf frühtreibende (und umgekehrt), auf eine Disharmonie zwischen Leistung des Wurzelsystems und Wasserbedarfs der Krone, so z. B. — nach einer Zusammenfassung von SCHECHNER (1911), der diese und die folgenden Angaben entnommen sind — bei Nuß- und Kastanienbaumsorten. „Der Eintritt der Vegetation ist ebenfalls ein mit der Unterlage variierendes Faktum. Ja, die Verbindung von Edelreis und Unterlage, die beide selbst der gleichen Art angehören, kann die Belaubung verzögern oder beschleunigen.

---

[1]) Die normale Verteilung der Saugkraft (Zunahme mit der Entfernung von der Absorptionszone der Wurzel nach URSPRUNG und BLUM 1918, diese Berichte **36**) kann also durch die verschiedene Behandlung von Wurzel und Stamm nicht gestört worden sein.

[2]) D. h. gleichzeitig mit vorher der Kälte ausgesetzten Knospen.

[3]) Ebenso wie nach MOLISCH (1917) die Adventivwurzelbildung an Stecklingen verschiedener Holzgewächse. (Über die Winterruhe der Rebenwurzeln siehe KRÖMER 1918.) Die vereinzelte Wurzelneubildung am dauernd warm gehaltenen Wurzelsystem spricht wohl nicht dagegen, da diese wahrscheinlich als frühtreibende Wirkung zufälliger Verletzungen aufzufassen ist; vgl. WEBER 1911.

Die Lalande-Varietät des Walnußbaumes beblättert sich zwischen 20. April und 15. Mai; ihre Sämlinge vererben diese Gewohnheit unverändert fort. Andere Arten der Walnuß hingegen bekommen erst im Juni Laub. Werden nun auf diesen Lalande-Varietäten veredelt, so beblättern sie sich zu verschiedenen Zeiten, oft erst anfangs Juni“[1]).

Die Frage, ob durch Pfropfung die Ruheperiode beeinflußbar ist, wurde nur selten gestellt. Nach DE CANDOLLE (1835, p. 518) hält es schwer, immergrüne Bäume auf solche zu pfropfen, die ihre Blätter verlieren, und zwar deshalb, weil sie nicht gleichzeitig im Safte stehen; am besten gelinge eine Pfropfung von *Mespilus japonica* auf *Crataegus oxyacantha*. WINKLER (1912, p. 135) sagt: „Ob die Winterruhe durch das Pfropfen beeinflußt werden kann, ist noch genauer zu untersuchen. Ich finde darüber nur eine kurze Angabe bei SAHUT . . . „„Le Néflier du Japon, conservant ses feuilles et fleurissant en plein hiver, doit avoir nécessairement besoin d'entretenir, pendant la saison hivernale, une certaine activité de végetation; cependant rien n'est modifié dans sa maniciere de vivre quoiqu'il soit greffé sur Cognassier ou sur Aubépine, c'est-à-dire sur des arbres à feuilles caduques qui, livrés à eux-mêmes, restent . . pendant tout l'hiver dans un repos à peu près absolu de végétation. Il faut donc que, cédant à l'influence du greffon. les sujets de Cognassier et d'Aubépine modifient sur ce point leurs habitudes de végétation.““ Es scheint, hiernach als könne in der Tat das Wurzelsystem von Pflanzen, die an sich eine strenge Winterruhe durchmachen, unter dem Einfluß des im Winter wachsenden Reises zu dauerndem Funktionieren und Wachsen veranlaßt werden und es muß damit auch das Umgekehrte nicht unmöglich sein“[2]).

Ich habe seit 1913 eine Verbindung von *Eriobotrya japonica* als Reis mit einem Stamm von *Crataegus oxyacantha* als Unterlage dauernd im Warmhause in Kultur; es war meine Absicht, Reis und Unterlage gleichzeitig vegetieren zu lassen. Das Reis unterdrückte aber bald die Triebentfaltung der Unterlage, nur im ersten Jahre der Vereinigung entwickelten sich an der Basis der Unterlage einige Wassertriebe, und zwar in den Wintermonaten. Leider wurden diese Triebe ohne mein Wissen entfernt und trotz mehrmaligen Zurückschneidens des Reises gelang es nicht mehr, die Unterlage zum Austreiben zu bringen. Der Stamm der Unterlage ist etwas schmächtig geblieben, da er kein merkliches Dickenwachstum zeigt, das Wurzelsystem derselben aber ist stark ausgebildet. Die Trieb- und Blattentfaltung der *Eriobotrya* ist üppig und geht gewöhnlich am intensivsten in den Wintermonaten vor sich, 1920 z. B. ab November. Daraus geht in Übereinstimmung mit früheren Angaben jedenfalls hervor:

---

[1]) Daß tatsächlich das frühe oder späte Ausschlagen einzelner Individuen eine erbliche Eigenschaft ist, hat 1918 RAUNKIAER für *Fagus* festgestellt. Bot. Tidskr. 36.

[2]) Dafür, daß eine aktivierte Baumkrone das an und für sich ruhende Wurzelsystem zum Funktionieren bringen kann, sprechen ja auch die Erfolge der Warmbadmethode (MOLISCH 1909) und anderer Frühtreibverfahren, bei denen die Wurzeln nicht behandelt werden.

Die wintergrüne, eine freiwillige Ruhe entbehrende *Eriobotrya japonica*, gepfropft als Reis auf der winterkahlen, normalerweise eine freiwillige Winterruhe besitzenden *Crataegus oxyacantha*, wird in ihrem Wachstum während der Winterzeit nicht gestört; die *Crataegus*-Unterlage versorgt das *Eriobotrya*-Reis zu jeder Jahreszeit anscheinend völlig entsprechend mit Wasser und Nährsalzen[1]).

Literatur.

DE CANDOLLE, 1835, Pflanzenphysiologie, übersetzt von RÖPER. 2. Bd.

KROEMER, 1918, Landwirtsch. Jahrbücher 51.

MOLISCH, 1909, Sitzber. Akad. Wissensch. Wien 118, 1917 ebenda 126.

SCHECHNER, 1911, Die Wechselbeziehungen zwischen Edelreis und Unterlage. Verh. Österr. Obstbau- und Pomologen-Ges. Wien.

SORAUER, 1909, Handbuch der Pflanzenkrankheiten 1, Berlin.

WEBER, 1909, Sitzber. Akad. Wissensch. Wien 118, 1911 ebenda 120, 1916 ebenda 125.

WINKLER, 1912, Unters. über Pfropfbastarde 1, Jena.

---

[1]) Auch *Viscum album* bezieht ja von dem „ruhenden" Wirt das benötigte Wasser; ob durch den Viscumparasit die Ruheperiode des Wirtes beeinflußt wird, wie dies nach SCHELLENBERG (diese Berichte 33, 1915) bei den Hexenbesen der Fall ist, scheint nicht untersucht zu sein. Nach der Ansicht dieses Autors besitzen Weißtannenzweige im Zustande der Winterruhe ein vermindertes Wasserleitungsvermögen.

26. K. Höfler und A. Stiegler: Ein auffälliger Permeabilitätsversuch in Harnstofflösung.

(Eingegangen am 27. Februar 1921. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Seitdem DE VRIES[1]) die Durchlässigkeit des Protoplasmas für Harnstoff nachgewiesen hat, ist der Eintritt dieses Körpers in die lebende Zelle mehrfach studiert worden. Einige Forscher haben auch quantitative Angaben beigebracht. So fand DE VRIES, daß in den unterseitigen Epidermiszellen der Blattmittelrippe von *Rhoeo (Tradescantia) discolor* sich bei 24stündigem Aufenthalt in Harnstofflösung der plasmolytische Grenzwert entsprechend einer Aufnahme von etwa 0,05—0,06 GM Harnstoff verschiebt; verschiedene Blätter zeigten sich dabei verschieden stark permeabel. Für das gleiche Objekt fand FITTING (1919)[2]) mit verfeinerter grenzplasmolytischer Methodik in den meisten der mitgeteilten Versuche eine Harnstoffaufnahme von etwa 0,008—0,016 GM pro Stunde.

Auch in verschiedenen unveröffentlichten Versuchsreihen, die der eine von uns seit dem Jahre 1916 nach der plasmometrischen Methode[3]) durchgeführt hat, ergaben sich Permeabilitätswerte von ähnlicher Größenordnung. Parenchymzellen aus den Stengelinternodien von *Tradescantia elongata* nahmen z. B. aus einer plasmolysierenden Lösung von 0,50 GM stündlich im Mittel 0,01—0,03 GM Harnstoff, Epidermiszellen der Zwiebelschuppen von *Allium Cepa* aus 1,00 GM pro Stunde 0,04—0,11 GM auf. Daß diese Werte höher sind als die bei *Rhoeo* gefundenen, kann nicht überraschen und wird erklärlich, wenn man die Größe des Konzentrationsgefälles berücksichtigt, da bei plasmometrischen Versuchen die Permeabilität in stark hypertonischer Lösung beobachtet wird, während die grenzplasmolytischen Werte sich auf das Bereich von Konzentrationen, die mit dem Zellsafte fast isotonisch sind, beziehen.

Als wir jedoch daran gingen, die Harnstoffpermeabilität der Pflanzenzelle zum Gegenstande monographischen Studiums zu machen, wurden wir bald mit Objekten bekannt, die sich bezüglich der Größe ihrer Durchlässigkeit ganz abweichend verhielten.

---

1) Botan. Zeitung, Bd. 47, 1889, S. 309.

2) Jahrb f. wiss. Bot., Bd. 59, 1919, S. 1—170; vgl. S. 71, 72.

3) HÖFLER, Diese Ber., Bd. 36, 1918, S. 414

Ein schönes Beispiel bildet die rotviolette Epidermis des Stengels von *Gentiana Sturmiana* (Kern.) Wettst. Der Stengel ist vierkantig, das eine Paar gegenüberliegender Seiten ist meist breiter als das andere. Die Oberhautzellen an den Enden der Stengelglieder sind polygonal bis gestreckt 6eckig, breit rechteckig oder trapezförmig und zur Volummessung wenig geeignet. Die Zellen im mittleren Teile der Flächen sind hingegen schmäler, langgestreckt rechteckig, an den Enden schwach verjüngt, einzelne auch mit fast parallelen Längsseiten; diese Zellen lassen plasmometrische Volumbestimmungen zu. Der osmotische Wert der Flächenzellen liegt bei 0,40—0,55 GM Rohrzucker und ist für verschiedene Pflanzen und zu verschiedenen Zeiten schwankend, für die Zellen desselben Präparates aber meist recht gleichmäßig. Zur Untersuchung eignen sich am besten Flächenschnitte der breiteren Stengelseiten, die unter der Epidermis noch 1—3 Lagen lebender, unversehrter Parenchymzellen enthalten und vor dem Versuch kurze Zeit, etwa 10—30 Minuten gewässert wurden.

Bringt man solche Präparate in eine Harnstofflösung von 1 GM (6,005 %), so beginnt hier rasch, meist schon nach ¾—1½ Minuten, die Plasmaablösung und der Protoplast verkleinert sich. Aber nur wenige Minuten lang; denn sehr bald ist die Kontraktion beendet, die Plasmolyse hat ihr stärkstes Maß erreicht und nun beginnen die Protoplaste sich unter den Augen des Beobachters wieder auszudehnen, und zwar mit ungewohnter Schnelligkeit. Nach kurzer Zeit erfüllen sie wieder den ganzen Zellraum. In einem Schnitt, der vor dem Versuch 20 Minuten gewässert worden war, war die Plasmolyse 14 Minuten nach dem Einbringen in 1 GM Harnstoff in den meisten Zellen wieder verschwunden, in anderen Versuchen nach 7, nach 18, nach 10, 11, 15, 15, 14 und nach 5 Minuten, in drei ungewässerten Präparaten nach 5, 17 und 12½ Minuten. Es ist offenbar der rasche Eintritt der Harnstofflösung durch das lebende Protoplasma, der den rapiden Rückgang der Plasmolyse bewirkt.

Wir versuchten, für die Größe der Permeabilität quantitative Werte zu gewinnen. Dies ist nur möglich, wenn die Plasmolyse perfekt geworden ist[1]), d. h. sobald die Kuppen des Protoplasten konvex-kugelige Rundung angenommen haben. Tatsächlich erscheinen nun aber in der Harnstofflösung schon nach kurzer Zeit[2]) einzelne Protoplaste soweit regelmäßig geformt, daß die Volumzunahme messend verfolgt und daraus die Permeabilität nach dem Prinzip der plasmometrischen Methode berechnet werden kann.

---

[1]) Diese Ber., Bd. 35, 1917, S. 713, Bd. 36, 1918, S. 432, 439.

[2]) In KNO_3 und zumal in Rohrzucker kommt die Rundung der Protoplaste erst sehr viel später zustande als in Harnstoff. Dieser auffällige Unterschied ist wohl so zu erklären, daß sich während der Ausdehnung

Gentiana Sturmiana, Stengelepidermis.

Frische Freilandpflanzen, mit großen Erdballen vom nahen Standort eingebracht.

Versuch 1. Ramsau bei Schladming (Steiermark), 1. X. 1920.

Schnitt erst 20 Min. in dest. H_2O gewässert, um 9^h31 in **1,00 GM Harnstoff** (ins Fläschchen), nach 4 Min. untersucht. Plasmolyse stark, aber imperfekt. Nun weiter beobachtet. Nach 7 Min. werden einzelne Protoplaste meßbar, die Mehrzahl ist noch unmeßbar[1]).

Wie früher (Diese Ber., Bd. 35, 1917, S. 716, Bd. 36, 1918, S. 429) bedeutet in den Brüchen der Zähler die Länge des Protoplasten l, der Nenner die innere Zellänge h, in Mikrometerteilstrichen ($1' = 3{,}8\,\mu$) Zellbreiten und Meniskushöhen sind nicht angeführt; die Meniskuskorrektur (bei der Berechnung von l abzuziehen) = 2,5—3,5. G = Grad der Plasmolyse (d. h. Maßzahl fürs Volumverhältnis Protoplast: Zellhohlraum). Bei Plasmolyse in 1,00 GM geben die Differenzen von G (unter Vernachlässigung der Plasmakorrektur) direkt die in der betr. Zeit eingedrungene Harnstoffmenge an. — M' = mittlere Harnstoffaufnahme pro Minute.

Zelle: 1	2	3
$9^h38\ \frac{19\frac{1}{2}-62\frac{1}{4}}{70\ [-5]}$, $G=0{,}61_2$;	$9^h38\frac{1}{2}\ \frac{12\frac{1}{2}-56}{66\ [-6]}$, $G=0{,}67_5$;	$9^h39\frac{1}{4}\ \frac{2-44}{48\ [-4]}$, $G=0{,}89_8$
$9^h40\frac{1}{4}\ \frac{18-63\frac{1}{2}}{70\ [-5]}$, $G=0{,}65_4$;	$9^h40\frac{3}{4}\ \frac{10-57\frac{1}{2}}{66\ [-6]}$, $G=0{,}74_2$;	$9^h41\frac{1}{4}\ \frac{1-45}{48\ [-4]}$, $G=0{,}94_4$
$9^h42\frac{1}{4}\ \frac{16-65}{70\ [-5]}$, $G=0{,}70_4$;	$9^h46\ \frac{2-62}{66\ [-6]}$, $G=0{,}92_5$;	9^h45 bereits depl.
$9^h47\frac{1}{2}\ \frac{10-67}{70\ [-5]}$, $G=0{,}82_5$;		
M' (pro Min.) = **0,023**;	**M' = 0,033**;	**M' = 0,031 GM.**

Versuch 2a. ebd., 30. IX. 1920.

Schnitt 20 Min. in H_2O, 9^h50 in 1,00 GM Harnst., nach 3 Min. beobachtet, nach 8 Min. kann die Messung beginnen.

Zelle: 1	2
$9^h58\ \frac{4-48}{51\ [-1]}$, $G = 0{,}82_5$;	$9^h58\frac{1}{2}\ \frac{7\frac{3}{4}-59}{60}$, $G = 0{,}82_1$;
$10^h01\ \frac{2-50}{51\ [-1]}$, $G = 0{,}92$;	$10^h01\frac{2}{3}\ \frac{4-60}{60}$, $G = 0{,}90$;
M' = 0,032;	**M' = 0,025**;

---

der Protoplaste in den Oberflächenteilen, die der Zellwand nicht anliegen, die Oberflächenspannung des Plasmas viel stärker geltend macht und zur Ausbildung von Minimalflächen führt. Denn erst wenn der Rückgang der Plasmolyse begonnen hat, runden sich die Protoplaste.

1) Da man in Harnstoff die ersten sich perfekt rundenden Protoplaste so rasch wie möglich messen muß, hat man wenig Auswahl, man ist genötigt, auch nicht ganz regelmäßig geformte, z. B. an den Enden schwach verjüngte Zellen zu verwenden (die entsprechende Korrektur ist in Klammer [— 4] hinter dem Nenner h angeführt); die Werte für G sind daher weniger genau als am gleichen Objekt in KNO_3 oder Rohrz., wo man nach dem späten Eintritt perfekter Plasmolyse die schönst geformten Zellen auswählen kann.

Zelle:	3		4
$10^{h}0$	$\frac{9\frac{1}{2}-46}{51\ [-2]}$, $G = 0{,}68_4$;	$10^{h}0\frac{1}{2}$	$\frac{2-30}{38\ [-2]}$, $G = 0{,}70_8$
$10^{h}06$	$\frac{6\frac{3}{4}-47\frac{2}{3}}{51\ [-2]}$, $G = 0{,}77_3$;	$10^{h}06\frac{1}{4}$	$\frac{\frac{1}{2}-32\frac{1}{2}}{38\ [-2]}$, $G = 0{,}77_6$
$10^{h}09$	$\frac{5-50}{51\ [-2]}$, $G = 0{,}85_7$;	$10^{h}08\frac{3}{4}$	$\frac{\frac{1}{2}-34\frac{1}{2}}{38\ [-2]}$, $G = 0{,}82_9$
	M' = 0,019;		**M' = 0,020 GM.**

Versuch 3. ebd., 25. IX. 1920.

28 Min. in H_2O, $3^{h}18$ in 1,00 GM Harnst., $3^{h}20$ beobachtet, um $3^{h}22$ geht die Plasmolyse schon deutlich zurück. — Zelle 1: $3^{h}24$ . . G = ca. 0,94, $3^{h}25$ verschwindet die Pl., **M' = ca. 0,06**. — Zelle 2: $3^{h}26$ . . G = 0,84, $3^{h}27\frac{1}{4}$ G = 0,91, $3^{h}28\frac{1}{2}$ (Grenzplasmolyse), G = ca. 0,98, $3^{h}29$ Pl. zurück. — **M' = 0,053.**

Versuch 4. ebd., 26. IX. 1920.

15 Min. gewässert, $11^{h}48$ in 1,00 GM Harnst. — Zelle 1: $11^{h}53$ . . G = ca. 0,82, $11^{h}55$ (Grenzpl.), G = ca. 0,95, **M' = ca. 0,065**. — Zelle 2: $11^{h}53\frac{3}{4}$ . . G = 0,80, $11^{h}55\frac{1}{2}$ . . $G = 0{,}87_5$, $11^{h}57$ . . G = ca. 0,95, **M' = 0,046**, Zelle 3: $11^{h}56$ . . $G = 0{,}80_5$, $11^{h}57\frac{1}{4}$ . . G = 0,85, $11^{h}58\frac{1}{4}$ . . G = 0,89. **M' = 0,038.**

Nach der Ausdehnung der Protoplaste beurteilt, dringen also pro Minute Lösungsmengen von ca. 0,02—0,07 GM Harnstoff ein. In 30 ähnlichen Versuchen, die in der Zeit von Mitte August bis Mitte Oktober angestellt wurden, war die Rückgangsgeschwindigkeit der Plasmolyse eine ähnliche.

Um die Größe einer solchen Permeabilität zu veranschaulichen, wollen wir diese Werte mit den eingangs erwähnten, an anderen Objekten gewonnenen vergleichen. Auf die Zeiteinheit berechnet. übertrifft die Harnstoffaufnahme von *Gentiana* jene von *Rhoeo* um das 200fache, jene von *Tradescantia elongata* um das 120-, von *Allium* um das 30fache. Bezieht man die Werte außerdem auf die Einheit des Konzentrationsgefälles, so ist die Permeabilität bei den *Gentiana*-Zellen doch noch etwa 45mal so groß wie bei *Rhoeo*, 60mal so groß wie bei *Tradescantia*, 30mal so groß wie bei *Allium*. Es sei betont, daß es sich bei diesen hohen Werten nicht um pathologisch erhöhte oder prämortale Durchlässigkeit handeln kann: die verwendeten Präparate blieben in den Harnstofflösungen nach dem Verschwinden der Plasmolyse noch tagelang am Leben und waren in entsprechend starken Salzlösungen neuerlich plasmolysierbar.

Was die Wirkung äußerer Faktoren betrifft, so hat von ihnen die Temperatur sicher einen sehr erheblichen Einfluß auf die Permeabilität. Sie scheint aber nach unsern Versuchen, die zwischen etwa 10° und 22° C. stattfanden, doch für die Größenordnung der Harnstoffdurchlässigkeit von *Gentiana* nicht bestimmend zu sein.

Ähnliches scheint von den Witterungsverhältnissen zu gelten. — Viel markanter ist der Einfluß der Schnittdicke. Wir beobachteten nämlich, daß in ganz dünnen Schnitten, welche nur eine Zellschicht, die Epidermis, diese aber in unversehrtem Zustande enthalten, die Harnstoffaufnahme sehr stark gehemmt ist. Von den Zellen eines solchen Schnittes wurden z. B. im Mittel pro Min. bloß 0,002 GM Harnstoff aufgenommen, etwa 15—20mal weniger als im Mittel von dickeren Schnitten; die Zellen ließen sich, als die Plasmolyse nach einigen Stunden zurückgegangen war, in 1 GM KNO_3 wieder plasmolysieren. Eine ganz verwandte Erscheinung dürfte es sein, daß gewöhnlich an normalen Präparaten manche, nicht alle, Zellen am Schnittrande in ihrer Permeabilität stark gehemmt sind und noch starke Plasmolyse erkennen lassen, wenn diese im Inneren des Schnittes längst verschwunden ist.

Ganz dicke Schnitte zeigen umgekehrte Abweichung. Sie lassen nur schwache Plasmolyse eintreten, die bald wieder verschwindet, oder bleiben auch ganz unplasmolysiert. Daher kommt es, daß große Präparate, die in verschiedenen Teilen verschieden dick sind, in Harnstoff zu gleicher Zeit sehr ungleichmäßige Plasmolyse der Epidermis aufweisen. Zum Teil mag sich diese Erscheinung durch langsameren Eintritt der Harnstofflösung, die allein von der Innenseite der Schnitte her einzudringen scheint, erklären. Einige unserer Beobachtungen weisen aber darauf hin, daß es sich auch um verwickeltere Vorgänge handeln wird, die in das Bereich der von FITTING (1919, l. c.) erschlossenen Erscheinungen anomaler, d. h. zu schwacher plasmolytischer Wirkung des Harnstoffs, verglichen mit Rohrzucker, einzureihen sind. — In allen jenen Fällen jedoch, wo starke Plasmolyse zustande kommt und zurückgeht und der Rückgang plasmometrisch verfolgt werden kann, darf auf tatsächliche hohe Harnstoffaufnahme geschlossen werden[1]; ja gewisse theoretische Überlegungen weisen darauf hin, daß die wirkliche Permeabilität des Plasmas für Harnstoff eher noch größer sein dürfte, als die bei so raschem Plasmolyserückgang aus der Volumzunahme der Protoplaste berechnete.

---

[1] Theoretisch besteht allerdings noch die Möglichkeit, daß die Volumzunahme zum Teil durch Neuproduktion osmotisch wirksamer Substanz im Innern der Protoplaste bewirkt würde, die nur unter dem Einfluß der Harnstofflösung stattfände, bei Anwendung anderer Plasmolytika ausbliebe. FITTING diskutiert in anderem Zusammenhang für *Rhoeo* (l. c., 1919, S. 84, 150) eine analoge Möglichkeit. Bei *Gentiana* ist aber in Anbetracht der Raschheit der Ausdehnung eine wesentliche Beteiligung solcher osmotischer Werterhöhung durch Neuproduktion doch recht unwahrscheinlich.

Wenn es somit nach unsern Versuchen wohl außer Zweifel steht, daß die Epidermiszellen des Stengels von *Gentiana* Harnstoff viel leichter als die vor dem bekannten Objekte eindringen lassen[1]), so erhebt sich die Frage, ob dieser hohen Permeabilität für Harnstoff eine ähnlich große für unschädliche Salze, etwa für KNO_3, entspreche. Nach zahlreichen plasmolytischen Versuchen in Kaliumnitratlösung aus früheren Jahren war dies von vornherein recht unwahrscheinlich. Neue Versuche bestätigten die frühere Erfahrung; der folgende ist an einem Nachbarschnitt derselben Pflanze wie der oben angeführte Harnstoffversuch **1** vorgenommen und gestattet einen quantitativen Vergleich der Permeabilität für die beiden Lösungen.

Versuch 5. *Gentiana Sturmiana*, Stengelepidermis. Ramsau, 1. X. 1920.

Schnitt 48 Min. gewässert, kommt 9^h59 in **0,60 GM KNO_3**, 1. Messung 11^h12—19, alle Zellen zeigen jetzt schöne, gleichmäßige, perfekte Plasmolyse. 2. Messung 12^h15—20, 3. Messung 1^h18—24, 4. Messung 4^h45—5^h. Die Plasmolysegrade zur Zeit der 1., 3. und 4. Messung sind G_1, G_3, G_4. Daraus berechnen sich die osmotischen Werte ($O_1 = G_1\ 0{,}80$). Deren Differenzen O_3—O_1, O_4—O_3 geben die in der betreffenden Zeit eingedrungene KNO_3-Menge an. **M** = mittlere KNO_3-Aufnahme pro Stunde.

Zelle:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G_1: =	0,476	0,473	0,494	0,457	0,461	0,504	0,475	0,523	0,420	0,542
G_3: =	0,482	0,495	0,511	0,493	0,490	0,511	0,494	0,525	0,428	0,585
G_4: =	0.50	0,533	0,569	0,550	0,534	0.538	0,532	0,573	0,478	0,613
O_3—O_1: =	0,0036	0,0132	0,0102	0,0216	0,0174	0.0042	0,0114	0,0018	0,0048	0,0258
O_4—O_3: =	0,0048	0,0248	0,0348	0,0342	0,0264	0,0162	0,0228	0,0282	0,030	0,0168

M_{1-3} = 0,0055 GM **M_{3-4} = 0,0066 GM.**

Die Plasmolyse geht also in KNO_3 nur ganz wenig, fast unmerklich langsam zurück. Aus 0,60 GM wurden pro Stunde im Mittel bloß 0,006 GM aufgenommen[2]). Die Permeabilität entspricht in der Größenordnung ganz der von andern Objekten wie *Rhoeo*, *Tradescantia elongata* her bekannten. Sie ist auch bei *Gentiana* für die gleichen Nachbarzellen ungleich groß. Sie wird bis zum Ende der 7. Stunde hier nicht herabgesetzt und es besteht kein Grund zur Annahme, ja es ist unwahrscheinlich, daß sie vor dem Beginn der Messungen bereits wesentlich vermindert worden sei.

---

[1]) C. van Wisselingh zeigt aber in einer jüngst erschienenen Untersuchung (Flora, N. F., Bd. 13, S. 359—420), daß das Plasma der Epidermishaarzellen des Samens von *Cuphea lanceolata* gleichfalls für Harnstoff ganz rapid permeabel ist.

[2]) Die Angaben gelten für die äußere Plasmahautschicht. Die Innenhautschicht ist für die Salzlösung noch weniger durchlässig. Dadurch kommen schon nach einigen Stunden die bereits früher (Diese Ber., Bd. 37, 1919, S. 325) erwähnten, für die KNO_3-Plasmolyse charakteristischen Bilder der „Kappenplasmolyse“ zustande.

Um nun den Vergleich der Durchlässigkeit für Harnstoff und für KNO_3 durchzuführen, ist es zunächst notwendig, sich für ein bestimmtes Vergleichsmaß zu entscheiden. Verschiedene solche Maße wären möglich. Wir wollen hier jenes Maß wählen, das sich der experimentellen Erfahrung im plasmometrischen Versuche am unmittelbarsten anpaßt, und dem Vergleich die Ausdehnungsgeschwindigkeit der plasmolysierten Protoplaste zugrunde legen; d. h. wir setzen das Verhältnis der Permeabilität eines Objektes für zwei gelöste Substanzen dann gleich 1, wenn aus (genau oder annähernd) isotonischen Lösungen in der Zeiteinheit isotonische Lösungsmengen in die Protoplaste eindringen, was dann der Fall ist, wenn die Plasmolysegrade sich in gleichen Zeiten um gleiche Differenzen ändern. — In diesem Maße ausgedrückt, verhält sich nun in den Epidermiszellen von *Gentiana* in unserm Versuch die Harnstoff- zur KNO_3-Permeabilität etwa wie 170 : 1.

Vergleichbare quantitative Angaben von andern Objekten liegen in der Literatur bloß aus FITTINGs eingehenden Versuchen für *Rhoeo* (1919, l. c., S. 72) vor; dort ist das Verhältnis der Durchlässigkeit für Harnstoff und KNO_3 in der ersten Versuchszeit, d. h. ehe sich die hemmende Wirkung des Salzes geltend macht, in unserem Maße etwa gleich 1 : 1. Von ähnlicher Größe ist es nach plasmometrischen Versuchen für die Stengelparenchymzellen von *Tradescantia elongata*, ja in einigen Winterversuchen war hier sogar, umgekehrt wie bei *Gentiana*, die Permeabilität für KNO_3 bedeutend, bis 5mal, höher als für Harnstoff. Unsere Versuche erweisen demnach die für die Protoplasmakunde wichtige Tatsache, daß das Verhältnis Harnstoff-Permeabilität : KNO_3-Permeabilität für das Plasma verschiedener pflanzlicher Objekte sehr verschieden sein kann. Für die gleichen Zellen scheint es einigermaßen charakteristisch, d. h. innerhalb gewisser Grenzen beständig zu sein; wie weit diese Grenzen sind, wie sie von äußeren und inneren Faktoren abhängen, läßt sich freilich noch nicht sagen. —

Gentiana Sturmiana, subepidermale Rindenschicht.

Versuch 2b. 30. IX. 1920.

Dasselbe Präparat wie in V. 2a (S. 159), seit 9^h50 in **1,00 GM Harnst.** — In den Rindenzellen tritt die Plasmolyse sehr viel langsamer ein und wird erst viel später meßbar als in der Epidermis. 1. Messung 10^h30—38, 2. Messung 11^h9—13. G_1, G_2, O_2—O_1 wie früher, **M'** = mittlere Aufnahme pro Minute.

Zelle:	1	2	3	4	5	6	7	
G_1: =	0.55_9	$0{,}55_2$	$0{,}52_6$	$0{,}56_0$	$0{,}53_2$	$0{,}49_4$	$0{,}53_6$	
G_2: =	$0{,}62_7$	0.61_2	$0{,}61_0$	$0{,}69_7$	0.60_4	$0{,}58_6$	$0{,}59_7$	
$O_2—O_1$: =	$0{,}06_8$	$0{,}06_0$	$0{,}08_4$	$0{,}13_7$	$0{,}07_2$	$0{,}09_2$	$0{,}06_1$	**M' = $0{,}002_2$ GM.**

Die hohe Harnstoffpermeabilität, die wir für die Zellen der Stengelepidermis von *Gentiana Sturmiana* nachgewiesen haben, erstreckt sich keineswegs auf alle Zellen dieser Pflanze, sie bildet kein protoplasmatisches Artmerkmal. Es sei hier nur ein besonders auffälliger Befund erwähnt. Versuch 2b zeigt für dasselbe Präparat, auf das sich Versuch 2a bezog, die Durchlässigkeit der subepidermalen Zellage des Grundgewebes; hier dringen pro Minute nur $0{,}002_2$ GM Harnstoff ein, die Permeabilität ist also etwa 11mal geringer als in der unmittelbar angrenzenden Epidermis. In anderen Fällen war die Verschiedenheit noch größer. In allen Versuchen waren die Zellen der Rinde noch stark und schön plasmolysiert, wenn die Plasmolyse in den Epidermiszellen längst verschwunden war, auch in dicken Präparaten, wo kein Argwohn möglich ist, daß die Durchlässigkeit ähnlich wie in einschichtigen Epidermisschichten durch die Nähe der Schnittfläche pathologisch gehemmt gewesen wäre. Der große Unterschied, den Epidermis und subepidermale Rindenzellen in ihrer Durchlässigkeit für Harnstoff zeigen, ist, soweit wir sehen, der erste sicher nachgewiesene Fall einer Permeabilitätsdifferenz des Plasmas verschiedener Gewebe derselben Pflanze.

Unser Befund an *Gentiana Sturmiana* steht nicht allein. Ähnliches Verhalten, hohe Harnstoffpermeabilität der Epidermis und viel geringere des Grundgewebes, zeigten u. a. Schnitte der Stengel von *Euphrasia Rostkoviana*, *Melampyrum silvaticum*, *Veronica beccabunga* und roter Blattstiele von *Homogyne alpina* und *Taraxacum officinale*.

27. S. V. Simon: Über den Einfluß des Lichts auf die Entwicklung der Keimlinge von Bruguiera eriopetala.

(Eingegangen am 7. März 1921. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Die Biologie der Keimlinge der viviparen Mangrovepflanzen ist durch die Untersuchungen von GOEBEL, KARSTEN, SCHIMPER und HABERLANDT so weitgehend geklärt, daß es sich erübrigt, auf die bekannten Einzelheiten hier nochmals zurückzukommen. Die Aufgabe dieser Zeilen soll vielmehr in der Mitteilung einiger neuer Beobachtungen bestehen, welche ich gelegentlich von Kulturversuchen mit den Keimlingen von *Bruguiera eriopetala* W. u. A. während meines Aufenthaltes in Buitenzorg (1911/12) gemacht habe. — Im Verlauf dieser Versuche war es mir aufgefallen, daß die Keimlinge, welche sich in den im dichten Baumschatten aufgestellten Töpfen befanden, im Austreiben auffallend gegen die in der Sonne stehenden zurückblieben, z. T. sogar überhaupt nicht ihre Plumula entfalteten. Daß das Fehlen des Lichtes hier die Ursache der Wachstumshemmung sei, konnte nicht ohne weiteres gefolgert werden, da auch andere Faktoren, besonders die Temperatur und der Feuchtigkeitsgehalt der Luft an beiden Standorten stark differierten. Es wurden deshalb einige Kulturen im Laboratorium angesetzt, um den Einfluß des Lichtes klar erkennen zu können.

Das Material für diese Versuche lieferte mir ein im Bot. Garten nahe dem Tjiliwong stehender, damals etwa 5 m hoher Baum, der vom November bis Februar stets eine große Menge von Keimlingen in verschiedenen Entwicklungsstadien trug. An jedem Morgen, vor allem nach starken Regengüssen, konnte man unter dem Baum eine große Anzahl von frisch abgefallenen, ausgewachsenen, 7—8 cm langen Keimlingen finden, denen der Kelch z. T. noch anhaftete. Von diesen wurden je 20 Stück aufrecht in zu 2 Dritteln mit Sand gefüllte Glasschalen gesteckt, so daß die obere Hälfte der Keimlinge aus der den Sand bedeckenden Wasserschicht herausragte. Die eine Serie erhielt ihren Platz an einem Fenster, das zur Abhaltung der direkten Sonnenstrahlen mit einem dünnen weißen Vorhang versehen war, die andere dagegen wurde im Dunkelzimmer, neben dem Laboratorium aufgestellt. Hier hielt sich die Temperatur sehr konstant auf 25—26 ° C., während sie im Laboratorium tags- und nachtsüber zwischen 25 und 30 ° C. schwankte. Die Luftfeuchtigkeit war in beiden Räumen annähernd gleich hoch.

Nach einmonatlicher Versuchsdauer waren sämtliche im Licht stehende Keimlinge ausgetrieben und besaßen meist 2—3 cm lange Sprosse, während sich in den Dunkelkulturen die Plumula der Keimlinge kaum vergrößert hatte. Erst nach weiteren 14 Tagen war bei einem Teil der letzteren eine ganz geringe Streckung (höchstens bis auf 5 mm Länge) zu bemerken, während die Lichtkeimlinge jetzt durchschnittlich 4—5 cm hoch waren und bereits das erste Laubblattpaar entfaltet hatten. Die Bewurzelung war bei beiden Serien dagegen annähernd gleich stark. Jeder Keimling hatte eine etwa 10 cm lange Pfahlwurzel und reichliche Nebenwürzelchen gebildet.

4 Monate nach Beginn der Versuche waren die Lichtkeimlinge ungefähr 30 cm hoch und hatten 3 Laubblattpaare entfaltet. Dagegen hatte die Plumula der Dunkelkeimlinge erst eine Verlängerung auf 5 bis höchstens 20 mm erfahren; 6 von ihnen ließen auch jetzt noch keine Streckung erkennen. Selbst bei Beendigung der Versuche — 5 Monate nach ihrem Beginn — hielt sich bei 10 Keimlingen die Länge der Plumula noch unter 10 mm, 6 Keimlinge besaßen einen etwa 2 cm langen Sproß und nur bei 4 Keimlingen war dieser 4—6 cm lang. Die vollständig etiolierten weißgelben Sprosse der letzteren hatten erst die Schuppenblätter entfaltet; das erste kleine Laubblattpaar dagegen lag noch eingerollt dem Sproß an. — Besonders auffällig war es, daß die Wurzelbildung der Dunkelkeimlinge auch jetzt noch derjenigen der Lichtkeimlinge wenig nachstand. Selbst die Keimlinge, deren Plumula kaum gewachsen war, besaßen eine kräftige 10—15 cm lange Hauptwurzel nebst Seitenwurzeln und z. T. einzelne Adventivwurzeln aus der Basis des Hypokotyls.

Zu diesem Zeitpunkt mußten die Versuche wegen meiner Abreise leider abgebrochen werden und so war es nicht möglich, das weitere Wachstum der Dunkelkeimlinge zu verfolgen. Bemerken möchte ich noch, daß die Vegetationspunkte der am meisten gehemmten (erst 2 mm langen) Plumulae völlig intakt waren und keine Schädigung erkennen ließen, aber offenbar seit der Trennung des Keimlings vom Baum kaum gewachsen waren. Denn man konnte keinen Unterschied in ihrer Größe und Ausgestaltung gegenüber derjenigen der frisch abgefallenen Keimlinge erkennen.

Auch waren die Keimlinge noch dicht mit Stärke gefüllt. Nur direkt unter der Plumula bestand eine 1 mm breite stärkefreie Zone und ebenso war das Wurzelende in einer Länge von etwa 1 cm von Stärke entleert. —

Die Tatsache, daß der Lichtabschluß das Austreiben der Knospe der *Bruguiera*-Keimlinge stark verzögert, vielleicht z. T. sogar vollständig hemmt[1]), erschien mir zuerst recht überraschend, da Ähnliches bei Pflanzen unserer Zone bis jetzt kaum bekannt war. Das einzige Gegenstück hierzu, die Lichtkeimer unter den Samen, sind wohl nicht ohne weiteres mit den *Bruguiera*-Keimlingen in eine Reihe zu stellen. Denn obwohl der Vegetationspunkt der letzteren eine gewisse, allerdings nur kurze Ruhezeit durchmacht, so scheint das Wurzelende des Hypokotyls kaum jemals sein Wachstum ganz zu unterbrechen (KARSTEN l. c. 37); eine totale Ruhe des Organs, ähnlich der der Embryonen vieler Samen, liegt also nicht vor.

Man könnte deshalb das Verhalten der Keimlinge schon eher mit demjenigen der Holzgewächse vergleichen, bei denen, wenn das Knospenwachstum vollständig ruht, das Wurzelwachstum noch andauert oder schon wieder beginnt (SIMON 1906, 15). Nun pflegt aber gerade hier — bei Anwesenheit aller übrigen notwendigen Faktoren — die Dunkelheit das Austreiben der Knospen keineswegs zu hemmen. Davon macht allein nach JOSTs bekannten Untersuchungen (1894) die Rotbuche eine Ausnahme. Einzelne Zweige eines Baumes werden durch Verdunkelung vollständig am Austreiben verhindert und total verdunkelte Bäumchen lassen sehr verspätet einige wenige terminale Knospen treiben, während die große Menge der übrigen in Ruhe verharrt. Auch KLEBS (1911, 41) berichtet neuerdings von einigen tropischen Baumarten, besonders *Albizzia* sp., die im Dunkeln keine Blatt- und Sproßentwicklung zeigten, ans Licht gestellt aber sofort austrieben. Doch scheint er selbst seinen kurzfristigen Versuchen keinen allzu großen Wert beizulegen.

---

[1]) Dies könnte exakt nur durch Versuche mit solchen Keimlingen entschieden werden, welche noch nicht wie ein Teil meiner Objekte (wenn auch nur kurze Zeit) vorbelichtet waren, d. h. sie müßten bei Beginn der Versuche ihren Kelch noch besitzen, der die Plumula völlig gegen das Licht abschließt. — Gleichzeitig wäre auch der Einfluß einer kürzeren oder längeren Vorbelichtung der noch nicht treibenden Plumula auf ihre spätere Entwicklung zu prüfen.

Einige Zeit nach meiner Rückkehr erschien nun eine Arbeit von WISNIEWSKI (1912), welche eine der von mir geschilderten ganz analoge Erscheinung bei den Winterknospen von *Hydrocharis Morsus ranae* L. (z. T. auch von *Utricularia vulgaris*) feststellte. Diese Knospen zeigten nämlich bei Lichtabschluß eine totale Hemmung des Austreibens (6 Monate hindurch bis Ende April), keines der angewandten Mittel, wie erhöhte Temperatur, Darbietung von Salzen etc., vermochte sie aufzuheben. Leider hat W. nicht das weitere Schicksal dieser gehemmten Knospen verfolgt und nicht ermittelt, ob etwa im Laufe des Sommers doch ein langsames Treiben der Knospen eintrat oder ob sie schließlich zugrunde gingen.

Auch bezüglich eines anderen Vorgangs förderten WISNIEWSKIs und meine Untersuchungen ähnliche Resultate. W. konnte nämlich für die Neubildungstätigkeit an zerschnittenen Tuvionenteilen, die bereits von KLEBS beobachtet war, nachweisen, daß sie zwar im Dunkeln erfolgt, aber mit starker Verzögerung. Während sie im Licht nach 3–4 Tagen einsetzte, geschah dies im Dunkeln erst nach 3 Wochen. Entsprechende Beobachtungen machte ich an Teilstücken der *Bruguiera*-Keimlinge, die sich in hohem Grade als regenerationsfähig erwiesen. Sowohl Spaltstücke wie Querscheiben von nicht zu geringen Dimensionen vermögen ähnlich ausgiebig wie *Armoracia*- u. a. Wurzeln direkte Neubildungen, Adventivsprosse und -wurzeln zu erzeugen, und zwar entstehen die Sprosse aus einem dem Kambium entstammenden Kallus, während die Wurzeln direkt aus dem Kambium wie bei Sproßstecklingen hervorgehen.

Für die Versuche wurden teils gespaltene dekapitierte Keimlinge, teils Querscheiben von 1 bis 3 Zentimeter Dicke verwendet, auf nassen Sand in verschiedener Orientierung ausgelegt, mit Glasschalen bedeckt und im Laboratorium oder Dunkelzimmer aufgestellt. — Zunächst erschienen nach 3—4 Wochen die ersten Wurzeln sowohl in den beleuchteten Kulturen wie im Dunkeln, doch war im Licht die Wurzelentwicklung sichtlich gehemmt gegenüber der im Dunkeln, wie dies auch bei anderen Stecklingen der Fall zu sein pflegt. — Nach 2 Monaten besaß jedes Teilstück mehrere kräftige bis 5 cm lange Wurzeln, die invers gelegten Stücke etwas geringere. Zur gleichen Zeit erschienen in den Lichtkulturen die ersten Sproßanlagen auf kleinen etwa 1 mm hohen Kallushügeln. Einen Monat später zeigten sämtliche Teilstücke, auch die invers gestellten, je nach Größe 1 bis 2 Sproßanlagen resp. kleine Sprosse, während in den Dunkelkulturen noch keine

Spur von adventiven Sproßanlagen, nicht einmal der Beginn von Neubildungen zu bemerken war.

Erst bei Abschluß der Versuche, d. h. 4 Monate nach ihrem Beginn, waren in den Dunkelkulturen am apikalen Ende der größten Spalthälften die ersten Adventivknöspchen mikroskopisch nachzuweisen. Die übrigen Stücke zeigten außerdem den Beginn einer Neubildungstätigkeit (Kallus) über der Kambialzone der Wundflächen. Dagegen war die Schnittfläche der sämtlichen Querscheiben auch jetzt noch, bis auf geringe Korkbildung, unverändert. — Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei noch längerer Versuchsdauer auch die übrigen Teilstücke Adventivsprosse gebildet hätten, da sie noch völlig gesund und dicht mit Stärke erfüllt waren, und daß es sich auch hier ebenso wie in WISNIEWSKIs Versuchen nur um eine starke Verzögerung der Neubildungstätigkeit handelte (die aber bei *Hydrocharis* offenbar nur im Weiterwachsen von bereits angelegten axillären Vegetationspunkten und keinen eigentlichen Adventivbildungen besteht).

Jedenfalls stehen unsere Befunde über die Abhängigkeit der regenerativen Sproßbildung an den Teilstücken der *Bruguiera*keimlinge von der Beleuchtung in striktem Gegensatz zu unseren bisherigen Erfahrungen, die darin übereinstimmen, daß das Licht ohne Einfluß auf die Schnelligkeit und Größe solcher Neubildungstätigkeit ist, während die Kallusbildung selbst sogar direkt durch Beleuchtung gehemmt zu werden pflegt (vgl. SIMON 1908, 468).

In Hinblick auf die geringe Ausdehnung meiner Versuche, welche zunächst nur der Feststellung der mitgeteilten Tatsachen, nicht ihrer Analyse dienen sollten, muß hier auf eine ausführliche Erörterung der Wirkungsweise des Lichtes verzichtet werden. Doch möchte ich mir es nicht versagen, wenigstens kurz auf die in Betracht kommenden Möglichkeiten hinzudeuten.

Zunächst liegt es nahe, wie dies früher üblich war, lediglich eine Reizwirkung durch das Licht anzunehmen, ohne näher zu untersuchen, wie diese vor sich geht. Ferner könnte man sich der von LEHMANN (1913) in bezug auf die Lichtkeimer geäußerten Ansicht anschließen und dem Licht eine direkte oder indirekte katalytische Wirkung bei der Auslösung des Wachstums der Plumula zuerkennen. Schließlich wär es auch angängig, sich vorzustellen, daß bestimmte während der Ausbildung des Keimlings gebildete Hemmungsstoffe durch das Licht zerstört werden und dadurch erst die Weiterentwicklung seiner Plumula ermöglicht würde.

Der zuletzt geäußerte Gedanke, daß solche Hemmungsstoffe (GASSNER [1915] spricht von einem Hemmungsprinzip) in der Pflanze gebildet werden, ist nicht neu und schon früher hin und wieder in der Literatur aufgetaucht (vgl. auch LIPSCHÜTZ 1915). Ich selbst habe ihn einmal gelegentlich der Behandlung der Ursachen der Ruheperiode tropischer Bäume ausgesprochen, indem ich die Möglichkeit der Entstehung und Anhäufung solcher das Knospenwachstum hemmenden Stoffe während des Vegetationsprozesses andeutete mit Bezugnahme auf die im tierischen Stoffwechsel auftretenden Ermüdungstoxine (vgl. WEICHARDT 1912). Gleichzeitig äußerte ich die Vermutung, daß diese Stoffe (Spaltungsprodukte oder Toxine) für den Zeitpunkt des Eintritts und die Dauer der Ruhe von Bedeutung sein könnten (1914, 179). Inzwischen hat sich F. WEBER (1916, 24 und 1918, 25—29) auf Grund eigener theoretischer Überlegungen meiner Anschauung angeschlossen und sie besonders KLEBS' Einwänden (1917, 409) gegenüber gestützt unter Hinweis auf die neuerdings gelungene Isolierung derartiger Stoffe bei Pflanzen (ZLATAROFF 1915).

Diese Hemmungsstoffe (WEBER nennt sie in Anlehnung an eine ältere mir damals nicht bekannt gewesene Arbeit von REINITZER [1893] Ermüdungsstoffe) werden bei periodisch wachsenden Pflanzen augenscheinlich gegen Ende der Ruheperiode hin regulatorisch durch den normalen Stoffwechsel wieder beseitigt. Das Gleiche dürfte auch bei Samen und vegetativen Fortpflanzungsorganen mit ausgesprochener Ruheperiode stattfinden.

In besonderen Fällen aber müssen offenbar noch bestimmte Außenfaktoren, wie beispielsweise das Licht, in mehr oder weniger starkem Maße bei der Zerstörung der Hemmungsstoffe mitwirken. Dies letztere trifft, wenn wir bei den Holzgewächsen bleiben, wahrscheinlich bei der Buche zu. Deshalb ist es auch verständlich, daß starke Dauerbelichtung, die nach unserer Annahme eine beschleunigte Zerstörung der hemmenden Stoffe bewirken würde, bei diesem sonst ganz treibfesten Gewächs ein schnelles Austreiben während der tiefsten Ruhe bewerkstelligen kann (KLEBS 1914). — Ferner gehören zu dieser Kategorie von Organen, deren Stoffwechsel in ähnlicher Weise durch das Licht beeinflußt wird, die *Bruguiera*-Keimlinge, die Winterknospen von *Hydrocharis* u. a. und die lichtkeimenden Samen.

Die zerstörende Wirkung des Lichtes auf die Hemmungsstoffe scheint jedoch keine spezifische zu sein, denn sie vermag durch andere Faktoren ersetzt zu werden, z. B. durch Acetylen bei der Buche (WEBER 1916, 9), ferner durch Säuren, Enzyme etc. und Temperaturerhöhung bei Samen (LEHMANN 1913, OTTENWÄLDER 1914, GASSNER 1915). Andererseits ist bei gewissen Samen (Wasserpflanzen) das Licht augenscheinlich wirkungslos, während allein durch Säurezusatz die Keimung veranlaßt werden kann (FISCHER 1907). Es hängt also jedesmal von der Natur des Hemmungsstoffes ab, welcher Faktor zerstörend auf ihn wirkt und demgemäß eine Verkürzung der Ruhe herbeiführt. Denn die betr. Stoffe müssen ohne Frage in den einzelnen Pflanzarten sehr verschieden sein, ebenso wie dies die Eiweißstoffe sind, aus denen sie durch Spaltung hervorgehen (vgl. hierzu bei WEICHARDT [1912] über die Art, Entstehung und Darstellung der Ermüdungsstoffe des tierischen Stoffwechsels).

Die zuletzt vorgetragenen Ideen über die Hemmungsstoffe und ihre möglichen Beziehungen zum Licht erscheinen vielleicht noch etwas stark hypothetisch, sind es jedoch kaum in höherem Grade wie die bisher vorgebrachten Erklärungsversuche des Lichteinflusses auf die Samenkeimung. Immerhin haben sie vor manchen anderen voraus, daß sie infolge der schon gelungenen Isolierung derartiger Stoffe nicht ganz in der Luft schweben und deshalb in absehbarer Zeit einer experimentellen Behandlung zugänglich sein dürften.

Göttingen, Februar 1921.

Literatur.

FISCHER, A. 1907. Ber. Bot. Ges. 25.
GOEBEL, K. 1889. Pflanzenbiol. Schilderungen I.
GASSNER, G. 1915. Z. f. Botanik 7.
— —. 1915. Ber. Bot. Ges. 33.
HABERLANDT, G. 1895. Ann. Jard. Bot. Buitenzorg. 12.
JOST, L. 1894 Ber. Bot. Ges. 12.
KARSTEN, G. 1891. Bibl. Bot. H. 22.
KLEBS, G. 1911. Sitzber. Heidelbg. Akad., Math.-nat. Kl., Abh. 23.
— —. 1914. Abhandlg. Heidelbg. Akad., Math.-nat. Kl., Abh. 3.
— —. 1917. Biol. Ctrbl. 37, Nr. 8.
LEHMANN, E. u. OTTENWÄLDER. 1913. Z. f. Botanik 5.
LIPSCHÜTZ, A. 1915. Allg. Physiologie d. Todes. Braunschweig.
OTTENWÄLDER. 1914. Z. f. Botanik 6.
REINITZER, FR. 1893. Ber. Bot. Ges. 11.

SCHIMPER, A. F. W. 1891. Indomal. Strandflora. Jena.
SIMON, S. V. 1906. Jahrb. f. wiss. Bot. 43.
— —. 1908. Jahrb. f. wiss. Bot. 45.
— —. 1914. Jahrb. f. wiss. Bot. 54.
WEBER, FR. 1916. Sitzber. Akad. Wien, Math.-nat. Kl. I, 125. H. 5.
— —. 1918. Sitzber. Akad. Wien, Math.-nat. Kl. I, 127. H. 1.
WEICHARDT, W. 1912. Ermüdungsstoffe. 2. Aufl. Stuttgart.
WISNIEWSKI, P. 1912. Bull. Akad. Sc. de Cracovie, Mat.-nat. Kl. B., p. 1045.
ZLATAROFF, AS. 1915. Z. f. allg. Physiologie 17.

Einladung
zur
Generalversammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft werden hierdurch zur Teilnahme an der am

Montag, den 8. August, vormittags 9 Uhr,
im großen Hörsaal des Botanischen Instituts
in **München-Nymphenburg, Menzingerstraße**

stattfindenden fünfunddreißigsten Generalversammlung eingeladen. Die Tagesordnung ist durch §§ 15 und 16 der Geschäftsordnung gegeben[1].

K. v. Goebel,
Präsident.

Anträge an die Generalversammlung:

1. Antrag des Vorstandes, satzungsgemäß unterstützt von über 15 Mitgliedern: „Professor Dr. GEORG SCHWEINFURTH begeht in diesem Jahre seinen 85. Geburtstag. In dankbarer Würdigung der unvergänglichen Verdienste, die er sich um die Botanik Afrikas und der Mittelmeerländer durch seine vielseitigen Forschungen erworben hat, schlägt der Vorstand vor, ihn zum Ehrenmitglied der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu erwählen.“
2. Antrag der Herren K. V. GOEBEL, G. KARSTEN, H. KNIEP, H. MIEHE, F. OLTMANNS: „Es möge das bisher von der Association internationale des botanistes herausgegebene Botanische Zentralblatt, das in der alten Form nicht weitererscheinen kann, in Zukunft mit Unterstützung der Deutschen Botanischen Gesellschaft herausgegeben werden.“

   Die nähere Begründung des Antrages wird auf der Generalversammlung erfolgen.
3. Antrag des Herrn G. HABERLANDT, unterstützt von der vorgeschriebenen Zahl von Mitgliedern: „Die Unterzeichneten schlagen hiermit Sir SAGADIS CHUNDA BOSE, Professor an der Universität Kalkutta, Direktor des BOSE-RESEARCH-Instituts, zum Korrespondierenden Mitgliede der Deutschen Botanischen Gesellschaft vor.“

Der Vorstand.

---

[1] Anmeldungen von Vorträgen werden möglichst bald an den Präsidenten, Herrn Geh. Rat Prof. Dr. K. V. GOEBEL in **München** erbeten.

Sitzung vom 27. Mai 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Ulehla, Dr. **Vladimir,** Privatdozent der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **Prag II, 433** (durch B. NĚMEC und A. PASCHER),

Christoph, Dr. **Hermann,** Assistent der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Weihenstephan,** Post Freising (durch F. BOAS und F. OEHLKERS),

Becker, Dr. **Ernst,** Assistent am Botanischen Institut in **Halle a. S.** (durch G. KARSTEN und GÜNTHER SCHMID),

Kostytschew, Dr. **S.,** ord. Professor und Vorstand des Pflanzenphysiologischen Laboratoriums der Universität in **St. Petersburg** (durch G. HABERLANDT und L. DIELS),

Bauch, Dr. **Robert,** in **Berlin O 34,** Petersburger Straße 84 (durch H. KNIEP und R. HARDER),

Noack, Dr. **Martin,** in **Berlin-Südende,** Steglitzer Straße 38 (durch G. HÖSTERMANN und P. GRAEBNER),

Gams, Dr. **Helmut,** in **München,** Königin-Straße 21 (durch E. JAHN und R. KOLKWITZ) und

Kutín, Adolf, Professor an der Landwirtschaftlichen Mittelschule in **Tábor** (durch F. BUBÁK und O. APPEL).

Zum ordentlichen Mitgliede wird ernannt Herr

Collander, Dr. **Runar,** in **Helsingfors.**

Mitteilungen.

28. Otto Crüger: Untersuchungen über Mesekret und Autoplastensekret.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 9. März 1921. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Es wurden neue Untersuchungen angestellt über zwei Sekrete, die in grünen Blättern vorkommen und die von ARTH. MEYER (Morphologische und physiologische Analyse der Zelle, Jena 1920) bereits in vieler Hinsicht erforscht worden sind. Das Autoplastensekret — Öltröpfchen der Chromatophoren — findet sich besonders in den Chloroplasten, das Mesekret, das früher meist für fettes Öl gehalten wurde, in Tropfenform im Zytoplasma der Mesophyllzellen. Die neuen Untersuchungen sind ausführlich beschrieben in der Dissertation von OTTO CRÜGER: Untersuchungen über Mesekret und Autoplastensekret, Marburg 1920; hier sollen die wichtigsten Ergebnisse derselben mitgeteilt werden.

Zunächst wurden 393 Spezies neu auf Mesekret untersucht, dabei auf das Vorkommen anderer tropfenförmiger Einschlüsse in den Mesophyllzellen geachtet, der Gehalt ihrer Chromatophoren an Autoplastensekret geschätzt und in vielen Fällen die Dicke der Kutikula der Blätter oder der ihnen analogen Organe gemessen. Auf Grund der Ergebnisse dieser ersten Untersuchungen werden folgende Leitsätze aufgestellt:

1. Für das Vorkommen von Mesekret in den Blättern der Gymnospermen und Angiospermen scheint die systematische Stellung der Spezies von Bedeutung zu sein. So enthielten z. B. alle (28) bisher untersuchten Spezies der Gymnospermen Mesekret, ebenso alle Labiaten (26). Dagegen wurde in folgenden Familien bei keiner Spezies Mesekret gefunden: Palmen (15 untersucht), Polygonazeen (9), Kaktazeen (7). Die systematische Stellung der Spezies ist aber nicht immer von entscheidendem Einfluß für das Auftreten von Mesekret in ihr, da bei anderen Familien einige Mesekret enthalten, andere nicht.

2. Die Dicke der Kutikula des Blattes scheint bis zu einem gewissen Grade in Beziehung zum Auftreten von Mesekret in ihm zu stehen. Und zwar enthalten:

a) Blätter, bei denen das Mittel der oberseitigen und unterseitigen Kutikula kleiner ist als 0,5 μ, anscheinend niemals Mesekret;

b) Blätter mit dicker Kutikula besonders häufig Mesekret.

c) Nimmt man an, das die systematische Stellung der Spezies auf das Auftreten von Mesekret in ihren Blättern von großem Einfluß ist, was unter 1. erläutert wurde, so darf man für die Feststellung der Beziehung zwischen Dicke der Kutikula und Auftreten von Mesekret nur Arten aus denjenigen Familien berücksichtigen, bei denen Mesekret bald auftritt, bald nicht auftritt. Es tritt dann diese Beziehung zwischen Dicke der Kutikula und Mesekret noch besser hervor und im besonderen findet man dann noch, daß alle Blätter, deren Kutikula dicker ist als 5,0 μ und die durch ihren Familiencharakter nicht beeinflußt sind, entweder Mesekret enthalten oder andere tropfenförmige Einschlüsse. Die einzige Ausnahme von den 39 in Betracht kommenden Pflanzen bildete *Ficus elastica*. Diese Beziehung muß aber noch genauer nachgeprüft werden, besonders noch an Dikotyledonen.

3. Die Blätter der submersen Wasserpflanzen, deren Kutikula bekanntlich dünn ist, fügen sich bezüglich des Auftretens von Mesekret in ihnen den unter 2. gegebenen Richtlinien ein. Sie scheinen kein Mesekret zu führen; bei ihnen spielt vielleicht aber auch die besondere Art ihres Stoffwechsels eine Rolle.

4. Mehrjährige Blätter enthalten häufiger Mesekret als einjährige. Von den untersuchten 207 einjährigen Blättern enthielten 54 Mesekret, also 26 Prozent. Dagegen enthielten von den 126 untersuchten mehrjährigen Blättern 54 Mesekret oder 43 Prozent. — Insgesamt enthielten von den 393 untersuchten Blättern 129 oder 33 Prozent Mesekret.

5. Die Chloroplasten mesekretführender Blätter enthalten meist mehr Autoplastensekret als diejenigen mesekretfreier Blätter. Anders ausgedrückt: Je mehr Autoplastensekret die Chromatophoren eines Blattes enthalten, um so häufiger findet man in dem Blatt im allgemeinen Mesekret. ARTH. MEYER (1920, S. 333) hat schon mitgeteilt, daß die Mesekrettropfen wahrscheinlich wesentlich aus Autoplastensekret bereitet werden. Es kann dieses Ergebnis der neuen Untersuchungen als eine Stütze angesehen werden für diese Annahme ARTH. MEYERs oder dafür, daß beide Sekrete unter gleichen Bedingungen entstehen.

6. Mesekret kommt häufig in der Epidermis und besonders in den Schließzellen der Blätter vor. ARTH. MEYER (1920, S. 328) und MALTE (Untersuchungen über eingenartige Inhaltskörper der Orchideen, Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar 27. Band 3. Afd. Nr. 15. 1902) haben bereits darauf hingewiesen, während HAGEN (Zur Physiologie des Spaltöffnungsapparates, Beiträge zur allgemeinen Botanik S. 261, 1916) annimmt, daß die Öltropfen der Schließzellen Fett seien. Es wird nachgewiesen, daß die Öltropfen der Schließzellen der Blätter aus Mesekret bestehen.

Ferner wird berichtet über Versuche mit Blättern von *Camellia japonica* und *Iris germanica*, die auf Veranlassung von Herrn Prof. A. MEYER angestellt wurden, um die Physiologie des Mesekrets zu erforschen. Es zeigte sich, daß das Mesekret von *Camellia japonica* auch in kohlensäurefreier Atmosphäre entsteht, vielleicht sogar in noch größerer Menge als in normaler Luft. In verdunkelten Blättern entsteht kein Mesekret, was bereits ARTH. MEYER (1920, S. 330) festgestellt hatte. Blätter, die verdunkelt sind, bildeten auch in kohlensäurefreier Atmosphäre kein Mesekret. Etiolierte Blätter von *Iris germanica* enthielten kein Mesekret, während normale Blätter dieser Pflanze stets Mesekret enthielten. Dagegen enthielten die Leukoplasten der etolierten Blätter von *Iris germanica* Autoplastensekret, aber nur in sehr geringer Menge.

Im dritten Teil der vorliegenden Arbeit werden die mikrochemischen Reaktionen des Mesekretes mit denjenigen des Autoplastensekretes verglichen und festgestellt, daß sie einander sehr ähnlich sind. Da auch bezüglich der Physiologie Ähnlichkeiten zwischen beiden bestehen, so ist anzunehmen, daß Mesekret und Autoplastensekret sich sehr ähnlich sind.

Zum Schluß wird durch mikrochemische Untersuchungen wahrscheinlich gemacht, daß die Tröpfchen, die in den Leukoplasten der Wurzeln und des Rhizoms von *Iris germanica* vorkommen, Autoplastensekret sind. Diese Frage war seinerzeit zwischen ARTH. MEYER (Das Chlorophyllkorn, Leipzig 1883) und SCHIMPER (Untersuchungen über die Chlorophyllkörner, Jahrbücher f. wiss. Bot. 1885) strittig gewesen. Es wird ferner nachgewiesen, daß das Autoplastensekret dort nicht etwa durch vorher stattgehabte Beleuchtung dieser Pflanzenteile entstanden war. Das Material zu diesen letzten Versuchen wurde von Herrn Prof. ARTH. MEYER zur Verfügung gestellt.

29. N. Svedelius: Einige Bemerkungen über Generationswechsel und Reduktionsteilung.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 10. März 1921. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Die Generationswechselfragen sind durch die Untersuchungen der letzten Zeit in eine neue Lage gekommen. Die Entdeckung, daß innerhalb einer systematisch einheitlichen Pflanzengruppe wie den Florideen die Reduktionsteilung an verschiedenen Punkten des Entwicklungszyklus stattfinden kann, d. h. unmittelbar nach der Befruchtung, wie bei den haplobiontischen Florideen, z. B. *Scinaia*, *Nemalion* und *Batrachospermum*, oder auch bei der besonderen Individuen übertragenen Tetrasporenbildung bei den diplobiontischen Florideen, wie *Polysiphonia*, *Griffithsia*, *Delesseria*, *Nitophyllum*, *Rhodomela* u. a., hat zu der Annahme geführt, daß der Platz der Reduktionsteilung im Entwickelungszyklus der Pflanze nicht absolut fix ist, sondern verschoben werden kann. Dieser Umstand wiederum nebst dem, daß die Reduktionsteilung innerhalb verschiedener Pflanzengruppen bald nach der Befruchtung, bald vor derselben auftritt, hat zu der von verschiedenen Seiten aufgestellten Behauptung geführt, daß die Stelle der Reduktionsteilung in der pflanzlichen Entwickelung etwas Untergeordnetes und Gleichgültiges wäre. So sagt z. B. GOEBEL in seiner „Organographie" (2. Aufl. I., S. 418) nach einem Bericht über die verschiedenen Stellen in der Entwickelung, an welchen die Reduktionsteilung bei den Thallophyten auftritt: „Es ist also kein einheitliches Bild, welches sich aus den angeführten Beispielen ergibt. Wir sehen — bildlich gesprochen — daß es der Pflanze sozusagen darauf ankommt, den Vorgang der Reduktion irgendwo und irgendwie abzumachen, es scheint ihr aber nicht viel daran zu liegen, an welcher Stelle der Entwickelung dies erfolgt." Derselben Ansicht schließt sich OLTMANNS an, der in dem Referat meiner *Scinaia*-Arbeit (Zeitschr. f. Bot., 8. Jahrg. 1916, S. 208) bemerkt: „Ist die Chromosomenzahl durch den Sexualakt verdoppelt, so muß sie auf das normale Maß zurückgeführt werden, wo aber die Reduktionsteilung in den Entwickelungsgang eingeschaltet wird, ist gleichgültig." Insbesondere ist auch von vielen Seiten eben auf Grund hiervon mit Schärfe betont worden, daß die zytologischen Kardinalpunkte, Zellkernverschmelzung und Reduktionsteilung, überhaupt was man in letzterer Zeit mehr und mehr begonnen hat, Kernphasenwechsel[1]) zu nennen, überhaupt keinen Zusammenhang mit dem von HOFMEISTER ursprünglich morphologisch charakterisierten Generationswechsel hat. Als Vertreter dieser Richtung können weiter angeführt werden z. B. die Zytologen NĚMEC und FARMER sowie der Algologe KUCKUCK u. a. Die allerletzte Äußerung in eben dieser Richtung von F. J. MEYER (1919) will sogar den Ausdruck „Phasenwechsel" als ganz unnötig hinstellen, „da dem Phasenwechsel keine Bedeutung zukommt" (!!).

Es gilt demnach in erster Linie zu untersuchen, ob nicht ein Zusammenhang nachgewiesen oder eine allgemeingiltige und gemeinsame biologische Erklärung für die Erscheinungen gefunden werden kann, die von verschiedenen Autoren als „Generationswechsel", „morphologischer Generationswechsel", „zytologischer Generationswechsel" oder „Phasenwechsel" usw. bezeichnet werden. Der bisher fast einzige Versuch zu einer biologischen Erklärung des Generationswechsels ist die zuerst von BOWER (1890) aufgestellte und dann von WETTSTEIN (1903) in seinem „Handbuch" aufgenommene Hypothese, daß der Generationswechsel im Zusammenhang mit dem Übergang der Pflanzenwelt von Wasserleben zu Landleben und der Anpassung an letzteres entstanden wäre. In demselben Maße, wie die Pflanzen mehr und mehr ausgesprochene Landpflanzen geworden, wäre der Sporophyt mehr und mehr dominierend geworden, während der mehr dem Wasserleben angepaßte Gamophyt reduziert worden wäre. Diese Hypothese findet ihre Stütze hauptsächlich in dem Umstande, daß innerhalb der Serie Moose — Farne — Samenpflanzen der Sporophyt sich mehr für Landleben organisiert zeigt als der Gamophyt, der noch lange in seiner Organisation sich als dem Wasserleben angepaßt erweist, und der ja auch für die Befruchtung mittels Spermatozoiden absolut abhängig von Wasser ist. Die erstentdeckten Fälle von Generationswechsel bei Meeresalgen (z. B. *Dictyota* und gewisse Florideen) lieferten auch eine gewisse Stütze für diese Auffassung, da bei diesen Typen, wo sowohl Sporophyt als Gamophyt im Meere leben, die beiden Generationen morphologisch ganz gleich sind. Nach SAUVAGEAUs bemerkenswerter Entdeckung des Generationswechsels bei den Laminariaceen, wodurch eine klarere Übersicht über den systematischen Zusammenhang innerhalb der ganzen Phaeophyceengruppe gewonnen wurde, ist jedoch die BOWER-WETTSTEINsche Hypothese nicht länger haltbar. Wir wissen ja nun, daß auch innerhalb der Phaeophyceenreihe (Dictyotaceae — Laminariaceae — Fucaceae) derselbe Entwicklungsgang betreffs des relativen Verhältnisses zwischen Gamophyt und Sporophyt vorliegt, den wir von der Serie Moose — Farne — Samenpflanzen her kennen, ohne daß dies bei diesen Algen in irgendwelchem Zusammenhang mit radikal veränderten äußeren Lebensverhältnissen steht. Es ist mithin nicht möglich, die Reduktion des Gamophyten und das immer größer werdende Übergewicht des Sporophyten allein aus der geänderten Lebensweise infolge des Hinaufwanderns der Pflanzenwelt auf das Land, wie BOWER und WETTSTEIN es annehmen, zu erklären.

---

[1]) Es sei in diesem Zusammenhange darauf hingewiesen, daß der erste, der diese Terminologie einführte, der Mykologe VUILLEMIN (Progr. Rei Bot., Bd. 2, S. 85) im Jahre 1907 war, dem hierin später MAIRE (ebenda, Bd. 4, S. 112) 1911 folgte. Die von einigen Seiten (vgl. z. B. KYLIN [1916, 1917], TISCHLER [1917] u. a.) aufgestellte Behauptung, daß auf diese Terminologie zum erstenmal im Jahre 1916 vier verschiedene Forscher, BUDER, FISCHER, KYLIN und RENNER, unabhängig voneinander gekommen wären, stimmt demnach nicht mit den wirklichen Verhältnissen überein.

Welches ist nun die biologische Erklärung für dieses Emporkommen und schließliche Dominieren des Sporophyten über den Gamophyten? Diese Frage kann meines Erachtens nicht beantwortet werden, ohne daß der Generationswechsel im Zusammenhang mit der Reduktionsteilung betrachtet wird. GOEBEL, OLTMANNS u. a. haben zwar, wie oben erwähnt, geltend zu machen versucht, daß es für die Pflanze ungefähr gleichgiltig sei, wann, wo und wie die Reduktionsteilung stattfindet, aber eine solche Auffassung scheint mir nur als eine unvollständige Würdigung der wirklichen Natur der Reduktionsteilung erklärt werden zu können. Diese Forscher haben allzuviel Gewicht auf die Aufgabe derselben gelegt, die durch die Befruchtung verdoppelte Chromosomenzahl zu „rekonstruieren“, aber die wesentlichste Bedeutung der Reduktionsteilung liegt wohl eher darin, daß durch sie eine Neukombination von Chromosomen in den Tochterkernen ermöglicht wird. Sie ist also in gewissem Grade als der Schlußakt und das Ziel der Befruchtung zu betrachten. Ganz gleiche diploide Kerne können ja durch Reduktionsteilung zur Entstehung recht verschiedenartiger Tochterkerne führen, je nachdem der Zufall die Chromosomen in diesen Tochterkernen kombiniert. Kennt man die Chromosomenzahl einer Pflanze, so kann leicht berechnet werden, wie viele Kombinationen möglich sind, und da bei jeder Reduktionsteilung infolge der Natur der heterotypischen Teilung höchstens zwei Möglichkeiten realisiert werden können, so ist auch leicht die theoretisch kleinste Anzahl Reduktionsteilungen zu berechnen, die erforderlich ist, damit alle denkbaren Kombinationen ermöglicht werden. Ist die haploide Chromosomenzahl einer Pflanze a und ihre diploide also 2a, so gibt die Zahl 2^a die Anzahl möglicher verschiedener haploider Kernkombinationen, und die Zahl 2^{a-1} die theoretisch kleinste Anzahl Reduktionsteilungen an, die erforderlich sind, damit alle Kombinationen sollen realisiert werden können. Diese Zahlen sind ja dieselben, die wir von den MENDELschen Hybridengesetzen her für die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der Eigenschaftspaare kennen. Eine Pflanze mit z. B. 10 Chromosomen in dem haploiden Kern, also 20 in dem diploiden, kann sie durch Reduktionsteilung so kombinieren, daß 1024 ($= 2^{10}$) verschiedene haploide Kerne gebildet werden können, und hierzu sind mindestens 512 ($= 2^{10-1}$) verschiedene Reduktionsteilungen erforderlich.

Wenn es sich demnach so verhält, daß diploide Kerne mit genau demselben Chromosomenbestande sich auf verschiedene Weise reduktionsteilen können, so ist es auch ganz klar, daß, wenn auf eine Befruchtung sofort eine Reduktionsteilung folgt, d. h. eine Befruchtung nur durch eine Reduktionsteilung „kompensiert“ wird, nie mehr als höchstens zwei Chromosomenkombinationsmöglichkeiten realisiert werden können; wird dagegen ein mehr oder weniger hochentwickelter diploider Sporophyt gebildet, der zahlreiche Sporenmutterzellen erzeugt, welche alle reduktionsgeteilt werden, d. h. wird eine Befruchtung durch viele Reduktionsteilungen kompensiert, so können zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten realisiert werden. Dies kann keine bedeutungslose Sache sein, wenn es gilt, die Entstehung der Mannigfaltigkeit und des Formenreichtums in der Pflanzenwelt zu erklären. Hieraus folgt jedoch, daß es nicht gleichgiltig sein kann, wann, wo und wie die Reduktionsteilung in dem Entwicklungszyklus einer Pflanze stattfindet.

Im Pflanzenreiche treffen der Hauptsache nach zwei verschiedene Fälle ein: entweder wird der befruchtete, diploide Kern sofort reduktionsgeteilt (also eine Befruchtung — eine Reduktionsteilung, wie z. B. bei Conjugaten, *Coleochaete*, haplobiontischen Florideen usw.), oder auch wird die Reduktionsteilung aufgeschoben, und es wird ein diploider Sporophyt gebildet, wobei stets einer Befruchtung mehrere Reduktionsteilungen entsprechen, wie bei diplobiontischen Florideen, Archegoniaten, Phanerogamen u. a. Ein Typus, bei dem die Reduktionsteilung verschoben und ein diploider Sporophyt oder eine diploide Phase gebildet wird, die durch eine einzige Reduktionsteilung die Befruchtung kompensiert, ist nicht bekannt und dürfte wahrscheinlich kaum vorhanden sein, obwohl er natürlich theoretisch denkbar ist.

Von diesen Überlegungen ausgehend, kann folgende Arbeitshypothese zur biologischen Erklärung der Entstehung eines Sporophyten aufgestellt werden: die Entstehung eines diploiden Sporophyten durch die Verschiebung der Reduktionsteilung gewährt der Pflanze die Möglichkeit, zahlreiche Reduktionsteilungen und dadurch auch zahlreichere Anlagekombinationen zustande zu bringen. Hierdurch wird die Entstehung einer reicheren Formenbildung — und dadurch indirekt lebensfähigerer Typen — als Resultat der Befruchtung ermöglicht.

Wenn also, wie bei *Coleochaete*, *Scinaia* u. a., die Reduktionsteilung unmittelbar auf die Befruchtung folgt und nur ein haploider Kern weiter entwickelt wird, so sind — trotzdem nachher zahlreiche Vermehrungskörper (Karposporen) gebildet werden — diese alle gleich hinsichtlich des Chromosomenbestandes bzw. der Anlagekombinationen. Bei einer *Polysiphonia* dagegen, bei der die Reduktionsteilung verschoben wird und eine diploide Pflanze entsteht, können bei den Teilungen der Tetrasporenmutterzellen verschiedene Chromosomenkombinationen realisiert werden.

Nun erhebt man vielleicht den Einwand: diese Verschiebung der Reduktionsteilung kann nur bei Bastardierungen Bedeutung haben, denn eine bloße Neukombination von Chromosomen wäre ja bedeutungslos, wenn nicht etwas Neues auch hinzukäme. Hierauf ist indessen zu antworten, daß „Bastardierung" ja nur ein Spezialfall — nämlich eine Kreuzung zwischen Arten — einer allgemeineren, bei allen sexuellen Organismen vorkommenden Mischung von väterlichen und mütterlichen Eigenschaften ist. Alle sexuell entstandenen Organismen sind ja in gewissem Grade Bastarde, wenn nur die Gameten ungleich sind. Und in den allermeisten Fällen, d. h. außer bei vollkommener Homozygotie, sind sie es auch. Nur wenn z. B. eine und dieselbe haploide Pflanze ♂- und ♀-Gameten bildet, die miteinander kopulieren, sind sie es nicht. Die meisten Befruchtungen sind jedoch bis zu einem gewissen Grade Bastardierungen, und dann hat ja die Verschiebung der Reduktionsteilung ihre Bedeutung.

Nun möchte man vielleicht weiter einwenden: wenn bei einer haploiden Pflanze im Gametangium eine sehr große Anzahl haploide Gameten gebildet werden, die miteinander kopulieren, so ist das Resultat auch dann viele Reduktionsteilungen, und die Pflanze hat ebensogroße Möglichkeit, ihre Chromosomen neuzukombinieren.

wie wenn sie eine diploide Generation mit zahlreichen unter Reduktionsteilung entstandenen Sporen neubildete. Hierauf ist folgendes zu erwidern. Eine Pflanze, die haploid ist, kann in ihren Gametangien nur Gameten einer und derselben Art bilden. Eine und dieselbe diploide Pflanze kann dagegen dank den vielen Reduktionsteilungen Gameten verschiedener Art bilden. Im vorigen Falle müssen also, vorausgesetzt, daß z. B. 4 verschiedene Typen von Gameten (= „Faktoren") vorhanden sind, auch 4 verschiedene Typen von haploiden Pflanzen vorhanden sein, wenn überhaupt alle Kombinationsmöglichkeiten realisiert werden können. 4 Gametentypen können ja auf 16 verschiedene Weisen kombiniert werden, und 9 genotypisch ungleiche Zygoten werden gebildet (vgl. das allgemeine Faktorenschema!). Von diesen sind 4 Homozygoten. Bei solchen Individuen ist es ja gleichgültig, ob die Reduktionsteilung sofort eintritt oder verschoben wird, da sie ja nur gleiche Gameten bilden. 8 Zygoten sind heterozygotisch in einem Faktor. Hier können bei der Reduktionsteilung 2 verschiedene Gametentypen gebildet werden, und unter der Voraussetzung, daß bei der Reduktionsteilung alle Tochterzellen der Tetrade auch beibehalten werden und nicht — wie das ja in der Natur so oft eintrifft — 3 zugrunde gehen, ist es freilich gleichgültig, ob die Reduktionsteilung sofort eintritt oder verschoben wird. Aber wie oft trifft es ja nicht ein, daß in der Tetrade nicht alle Tochterzellen leben bleiben, sondern die meisten degenerieren. In solchen — den allermeisten Fällen — ist auch hier eine Verschiebung der Reduktionsteilung offenbar von Vorteil. Schließlich sind 4 Zygoten heterozygotisch in beiden Faktoren. Wenn hier die Reduktionsteilung sofort eintritt, so können höchstens 2 verschiedene Gameten gebildet werden. Bildet sich dagegen ein diploider Sporophyt aus, und es erfolgen dann mehrere Reduktionsteilungen, so steht dem nichts entgegen, daß alle 4 Gametentypen als Resultat einer Befruchtung gebildet werden können.

In diesem letzteren Falle würden — wenn die Reduktionsteilung sofort einträte. — wenigstens 4 Befruchtungen statt 1 erforderlich sein, um dasselbe Resultat zu erzielen, d. h. um die 4 verschiedenen Typen von Gameten zu erzeugen. Nun kann statt 4 Befruchtungen eine einzige dasselbe Resultat erzielen. Im vorigen Falle sind nicht nur 4-mal soviel Gameten erforderlich (statt 2 also 8), sondern auch wenigstens 4-mal soviel Kopulationen. Wenn nun die Pflanze sich durch Verschiebung der Reduktionsteilung diploid einrichtet, die ursprüngliche haploide Generation bis auf die Sporen reduziert und schließlich auch die ursprüng lichen Sporen den Charakter von Gameten annehmen — also ganz so, wie es bei *Fucus*[1]) geschehen ist — so muß dies eine viel vorteilhaftere Organisation als die haploide sein. In diesem Falle (z. B. *Fucus*, Phanerogamen) ist auch die Sexualität auf den diploiden Sporophyten übergesiedelt, und als die letzten morphologischen Reste der haploiden Generation sind nur noch die Gameten übrig. Es ist also für die Pflanze viel vorteilhafter, sich diploid (und heterozygotisch) einzurichten, als haploid zu verbleiben, denn die diploide Pflanze ist nicht größer. verlangt nicht mehr Platz, assi-

---

1) Wenige Pflanzen sind wohl vom Gesichtspunkt des Generationswechsels aus Gegenstand so verschiedener Deutung gewesen, wie *Fucus*. Durch die Entdeckung des Generationswechsels der Laminariaceen dürfte wohl die Diskussion als abgeschlossen betrachtet werden können. Mehrere Laminariaceen, wie *Saccorhiza* und *Laminaria*, besonders in Hungerkulturen, bilden ja einen Gamophyten, dessen vegetatives System auf eine einzige Zelle beschränkt ist, die das Oogon bildet, dessen Eizelle befruchtet wird (vgl. SAUVAGEAU, 1915 und KYLIN, 1916). Fällt nun auch diese vegetative Zelle weg, so daß die Sporen des Sporophyten direkt kopulieren und außerdem auch Heterosporie hinzukommt, so ist man ja bei dem *Fucus*-Typus angelangt. Die *Fucus*-Pflanze ist demnach homolog dem *Laminaria*-Sporophyten ebensowohl wie dem *Dictyota*-Sporophyten, dagegen nicht dem *Dictyota*-Gamophyten, wie HARTMANN (1914) und FRITSCH (1916) unrichtigerweise annehmen. Was verursacht hat, daß die Homologie der *Fucus*-Pflanze solange in Dunkel gehüllt gewesen und mißdeutet worden ist, ist wohl in erster Linie der Umstand, daß sie eine Geschlechtspflanze ist, und da der Generationswechsel oft als hauptsächlich ein Wechsel zwischen einer geschlechtlichen und einer „ungeschlechtlichen“ Generation charakterisiert wird, so ist konsequent damit *Fucus* als der geschlechtlichen Generation in einem Generationswechsel entsprechend aufgefaßt worden. Es ist indessen nicht angängig, diesen letzteren lediglich mit Rücksicht auf die Sexualität zu charakterisieren, denn auch Sporophyten sind ja bis zu einem gewissen Grade geschlechtliche Pflanzen. Dies geht klar aus der Heterosporie hervor, die ja letzthin eine Geschlechtsdifferenzierung ist (vgl. übrigens CHAMBERLAIN, 1905 und CORRENS, 1916). Absurd ist ja daher die Ansicht — wie sie besonders gewisse amerikanische Autoren, z. B. COULTER (1916, S. 94), ausgesprochen haben — es sei vom strengen Homologiegesichtspunkt aus unrichtig, von „männlichen“ und „weiblichen“ Zapfen bei den Koniferen zu sprechen, da ja Sporophylle Organe bei einem Sporophyten sind. Es sind dies offenbar dieselben Gesichtspunkte, die FRITSCH (1916, S. 241, Anm. 2) veranlassen, die Auffassung von *Fucus* als einem Sporophyten als „surely the height of absurdity“ zu bezeichnen. *Fucus* ist natürlich eine geschlechtliche Pflanze, „Gamont“, um mit RENNER (1916) zu sprechen, ganz wie die Phanerogame, dies hindert aber nicht, daß er ganz wie die Phanerogame der sporenbildenden Generation in einem morphologisch vollentwickelten Generationswechsel homolog ist. Die richtige Deutung der Homologie der *Fucus*-Pflanze wurde zuerst von CLAUSSEN (1915) schon vor SAUVAGEAUs Entdeckung des Generationswechsels der Laminariaceen geliefert.

miliert ebenso gut usw. wie die haploide, und doch kann sie — dank ihrer Diploidie — nicht nur eine, sondern mehrere Arten von Gameten erzeugen. Was das bedeutet, wenn der Boden von allerlei Pflanzen besetzt wird, unter denen bald eine scharfe Konkurrenz entsteht, versteht sich ohne weiteres von selbst. Unter der Voraussetzung, daß für eine Art in der Natur unbegrenzter Raum zur Verfügung stände und auch alle Kopulationsmöglichkeiten sich leicht realisieren könnten, wäre es vielleicht ziemlich gleichgültig, ob die Pflanze sich haploid oder diploid einrichtete, aber eine Tatsache ist es, daß überall in der Natur derjenige Organismus, der mit geringstem Materialaufwand den größten Effekt erzeugen kann, auf die Dauer in der Konkurrenz den Sieg davonträgt. Das hat der diploide Organismus getan, und das scheint mir die Ursache zu sein, weshalb überall auf den höchsten Stufen des Pflanzenreichs die diploiden Generationen dominieren.

Birgt nun diese Hypothese Wahrheit in sich, so muß auch gezeigt werden, daß der erste Typus (1 Befruchtung — 1 Reduktionsteilung) primitivere und einfacher organisierte Pflanzenformen umfaßt, und daß der letztere Typus (1 Befruchtung — viele Reduktionsteilungen) Formen umfaßt, die wirklich eine größere Entwicklungshöhe erreicht haben.

Zu dem ersten Typus dürften zu zählen sein: Flagellaten, Planktondiatomaceen (*Diatomeae centricae*), Conjugaten und Chlorophyceen, haplobiontische Florideen und Phycomyceten. Zu dem zweiten Typus gehören: pennate Diatomaceen, diplobiontische Florideen, Phaeophyceen, Myxomyceten, Ascomyceten und Basidiomyceten sowie alle Bryophyten, Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen. Ein Vergleich ergibt, daß überall dort, wo einer Befruchtung mehrere Reduktionsteilungen entsprechen, wir auch höher organisierte Formen und vor allem einen bedeutend größeren Formenreichtum haben, daß also, kurz gesagt, dieser Typus als entschieden höher stehend als der andere, der primitiver ist, betrachtet werden muß. Die tatsächlichen Verhältnisse in der Natur bestätigen also die aufgestellte Hypothese, daß die Entstehung des Generationswechsels und damit die des diploiden Sporophyten biologisch als eine für die Pflanze vorteilhafte Organisation zur Erzielung zahlreicher Reduktionsteilungen erklärt werden kann.

Wie aber dann die sukzessive Reduktion des Gamophyten erklären? Meines Erachtens beruht sie darauf, daß er allmählich überflüssig geworden ist, denn seine Aufgabe ist ja nur die, viele Vermehrungskörper, Gameten, alle genetisch gleichwertig mit genau demselben Chromosomenbestande, zu erzeugen, dies aber wird überflüssig, wenn die Bildung von Vermehrungskörpern mit der Reduktionsteilung kombiniert wird und die dabei gebildeten haploiden Vermehrungskörper direkt Gameten werden, wie nach Ausweis der Entwicklungsreihe Laminariaceen — Fucaceen die Entwickelung tatsächlich innerhalb der Phaeophyceen vor sich gegangen ist. Das gleiche ergibt sich auch aus dem Studium der Entwickelungsreihe Pteridophyten — Gymnospermen — Angiospermen (Endstadium: *Plumbagella*). Der Wegfall des Gamophytenstadiums bedeutet ja in hohem Grade eine Vereinfachung und Verkürzung des ganzen Entwickelungsverlaufs der Pflanze, ohne daß dadurch die Anzahl Befruchtungen vermindert wird, wenn stattdessen die Reduktionsteilungen vermehrt und mit den Vermehrungskörpern kombiniert worden sind.

Auf diese Weise kann man sich vom Gesichtspunkt des Generationswechsels aus denken, daß die mit geschlechtlicher Fortpflanzung ausgestatteten Pflanzen in großen Zügen sich entwickelt haben von haploiden Einzelorganismen, Haplobionten (Chlorophyceen, z. B. *Spirogyra*-Typus), mit nur zytologischem Generationswechsel oder Kernphasenwechsel, zu haploiden und diploiden Doppelorganismen, Diplobionten (z. B. *Dictyota*-Typus, Pteridophyten), mit sowohl Kernphasenwechsel als morphologischem Generationswechsel, und von da schießlich wieder zu nun diploiden Haplobionten (z. B. *Fucus*, Phanerogamen), gleichfalls mit beinahe bloßem Kernphasenwechsel, aber ohne einen deutlichen morphologischen Generationswechsel, der schließlich verschwunden ist.

Die Entwickelung zeigt im großen und ganzen, daß die Pflanzen sozusagen, nachdem sie ursprünglich haploide Haplobionten gewesen, dazu übergegangen sind, diploide Haplobionten zu werden. Der rein morphologische Generationswechsel, d. h. das diplobiontische Stadium, ist dem Anschein nach eine Art Durchgangsstadium, das im Anfange fehlt, um zum Schluß wieder zu verschwinden. Diese Generationswechselhypothese hat den Vorteil, daß sie eine generelle Erklärung für die Entstehung des Generationswechsels innerhalb aller Gruppen liefert, unabhängig von ihren äußeren Lebensumständen.

Der beschränkte Raum erlaubt es mir nicht, hier in diesem Zusammenhange auf alle die Gesichtspunkte betreffs des Generationswechselproblems, besonders seiner Terminologie usw. einzugehen, die in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten, von BUDER, FISCHER, FRITSCH, GOELDI, JANET, KYLIN, TANSLEY

u. a., dargelegt worden sind. Ich hoffe, in ausführlicherer Form an anderem Orte bald hierauf zurückkommen zu können.

Upsala, Botanisches Institut, März 1921.

Literatur.

BOWER, F. O. On antithetic as distinct from homologous Alternation of Generations in Plants. – Ann. of Bot. Vol. 4. 1890.

CHAMBERLAIN, C. Alternation of Generations in Animals from a botanical standpoint. — Bot. Gaz. Bd. 39, 1905.

CLAUSSEN, P. Fortpflanzung im Pflanzenreiche. — Die Kultur der Gegenwart. T. 3. Abt. 4. Leipzig und Berlin 1915.

CORRENS, C. Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum. — Biol. Centralbl. Bd. 36. 1916.

COULTER, J. M. The Evolution of Sex in Plants. — The Univ. of Chicago Scicence Series. Chicago 1916.

FRITSCH, F. E. The algal ancestry of the higher plants. — The New Phytologist. Vol. 15. London 1916.

HARTMANN, M. Der Generationswechsel der Protisten und sein Zusammenhang mit dem Reduktions- und Befruchtungsproblem. — Verhandl. d. Deutsch. Zool. Ges. auf der 24. Jahresversamml. 1914.

KYLIN, H. Über den Generationswechsel bei *Laminaria digitata*. — Svensk Bot. Tidskr. Bd. 10. Stockholm 1916.

— Generationswechsel und Kernphasenwechsel. — Die Naturwissenschaften. Berlin 1917. (Schwedisch auch in „Populär Naturvetenskapl. Revy.“ Stockholm 1916.)

MEYER, F. J. Der Generationswechsel als Wechsel verschied. Morphoden. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 36. Berlin 1918.

RENNER, O. Zur Terminologie des pflanzl. Generationswechsels. — Biol. Centralbl. Bd. 36. 1916.

SAUVAGEAU, C. Sur la sexual. hétérogam. d'une Lam. (*Saccorhiza bulbosa*) — Compt. rend. de l'Acad. des. sc. T. 161. Paris 1915.

— — Sur les gamétophytes de deux Laminaires. (*L. flexicantis* et *L. saccharina*) — Ibidem T. 162. Paris 1916.

— — Sur la sexualité hétérogam. d'une Laminaire (*Alaria esculenta*). — Ibidem T. 162. Paris 1916.

SVEDELIUS, N. Zytolog.-entw. Stud. über *Scinaia furcellata*. — Nova Acta Reg. Soc. Ups. S. IV. Vol. 4. Upsala 1915.

— — Das Problem des Generationswechsels bei den Florideen. — Naturwiss. Wochenschr. N. F. Bd. 15. Jena 1916.

— — Generationsväxlingens biologiska betydelse. — Bot. Sekt. av Naturv. Studentsällsk. i. Upsala den 19. Mars 1918. Svensk Bot. Tidskr. Bd. 12. 1918.

TISCHLER, G. Neuere Arb. über den Generationswechs. im Pflanzenreich. Sammelref. — Zeitschr. f. Bot. 9. Jahrg. 1917.

30. Friedl Weber: Die Zellsaftviskosität lebender Pflanzenzellen.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz.)

(Eingegangen am 11. März 1921. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Die Viskositätsverhältnisse des lebenden Protoplasmas haben in letzter Zeit zunehmende Beachtung gefunden; dagegen liegen über die Viskosität des Zellsaftes lebender Pflanzenzellen m. W. fast keine Angaben vor. Als erster scheint EWART 1903 versucht zu haben, sich eine Vorstellung von der Viskosität des Zellsaftes zu bilden. Auf Grund des Vergleiches der Zähigkeit isosmotischer Lösungen kommt er dabei zu folgendem Schlusse: Hence the viscosity of the cellsap under ordinary circumstances probably lies between 0·01 and 0·02 at 20 ° C. In cells loaded with sugar (beetroot, onions) the viscosity may rise to from 0·03 to 0·06 at 20 ° C. HEILBRONN hat dann 1914 anläßlich seiner Plasmaviskositätsstudien auch gelegentlich die Viskosität des Zellsaftes berechnet und gibt sie — für *Vicia Faba* bei 18 ° C. — für 1·9mal so groß als die des Wassers, also mit 0·0201, an. Dieser Wert stimmt also gut mit dem von EWART angenommenen überein. Daß die Viskosität der Vakuolenflüssigkeit 1·9 mal höher ist als die des Wassers, dies — meint HEILBRONN — „verblüfft einigermaßen; es läßt die Vermutung aufkommen, daß auch im Zellsaft neben den Kristalloiden Kolloide vorhanden sind, denen die doch recht große Viskositätssteigerung zur Last fiele". Das Vorkommen von Kolloiden im Zellsaft unterliegt wohl keinem Zweifel: Eiweißkörper werden ganz allgemein „gelöst" im Zellsaft angenommen, und zu den Kolloiden der Vakuolenflüssigkeit gehören der Gerbstoff, das Inulin u. a.[1]).

HEILBRONN hat die Viskosität des Zellsaftes gemessen, indem er die Fallgeschwindigkeit von Stärkekörnern ermittelte, die in den Zellsaft hineingeraten waren. Es gelingt nämlich „hier und da einigen Körnern, die Vakuolenhaut zu durchbrechen, um dann in der Regel, an einem dünnen Plasmafaden hängend, quer durch die Vakuolenflüssigkeit hindurchzufallen". Ganz abgesehen davon, daß der dünne Plasmafaden wohl auf die Fallgeschwindigkeit eine „hemmende Wirkung“ ausübt, scheint dieses „Durchbrechen der Vakuolenhaut“ nicht so häufig zur sicheren Beobachtung (bei Stärkekörnern) zu kommen, daß sich darauf eine bequeme Messung der Zellsaftviskosität und ihrer Veränderungen aufbauen ließe. Dagegen muß sich — worauf ich schon 1917 hingewiesen habe — in Fällen, wo sich im Zellsaft[1]) spezifisch schwerere Bestandteile, vor allem Kristalle, suspendiert vorfinden, durch Ermittlung der Fallzeit derselben die Viskosität des Zellsaftes relativ leicht messen lassen. Zunächst hauptsächlich nur um die Brauchbarkeit dieser Methode[2]) zu erproben, habe ich einige Versuchsreihen durchgeführt, über die hier vorläufig berichtet werden soll.

---

[1]) Siehe die Zusammenstellung der in den Zellsaftanten nachgewiesenen Stoffe bei A. MEYER 1920, p. 391.

Die Methode deckt sich vollkommen mit derjenigen, die ich im Anschluß an die grundlegenden Untersuchungen HEILBRONNs beim Studium der Plasmaviskosität in Anwendung brachte (siehe 1916). 1904 hat THUM festgestellt: „Der im Pflanzenreiche so allgemein verbreitete oxalsaure Kalk hat, wo er als Inhaltskörper der Zelle auftritt . . . , in den meisten Fällen eine ganz gesetzmäßige Lagerung. Sie ist von der Schwerkraft bedingt und infolgedessen liegt er an der basalen Wand. . . . Wenn man Organe der Pflanze mit solchen kristallführenden Zellen aus ihrer normalen vertikalen Lage bringt, so bietet sich ein überraschender Anblick. Es tritt momentan eine Wanderung der Inhaltskörper ein.“ THUM betont, daß jeder spezifisch schwerere Inhaltskörper sich so verhalten muß, „falls der sonstige Zellinhalt genügend dünnflüssig ist“. Was er unter dem sonstigen Zellinhalt versteht, wird nicht genauer angegeben. Es kann dies ein „dünnflüssiges Plasma“ sein, oder die Kristalle liegen und fallen im Zellsaft. Ob Kalziumoxalatkristalle im Zellsaft oder im Protoplasma liegen, ist selten exakt geprüft worden. Neuestens hat H. MEYER (1920) eine zusammenfassende Darstellung der Verhältnisse gegeben und für einzelne Fälle entscheidende Untersuchungen mitgeteilt. Hier interessiert besonders die Feststellung der Lagerung der Kristalle in den Laubblättern von *Tradescantia discolor* (p. 371). „Bei Vertikalstellung der Präparate und Drehung derselben konnte man sich leicht überzeugen, daß alle Kristalle in der Zellsaftvakuole intakter lebender Zellen frei beweglich waren, also nicht im Zytoplasma, sondern im Zellsaftant lagen."

---

[1]) Also nicht normalerweise im Protoplasma eingebettet und nur ausnahmsweise in den Zellsaft übertretend.

[2]) Es ist auch noch ein anderer Weg gangbar, um eventuelle Viskositätsänderungen des Zellsaftes zu ermitteln: Die Messung der Amplitude oder der mittleren Lageveränderung der im Zellsaft suspendierten, in BROWNscher Bewegung befindlichen Teilchen. Eine Darstellung und Kritik der einschlägigen Methodik der physikalischen Chemie hat 1910 SVEDBERG gegeben. Daß es auf diese Weise möglich ist, die Viskosität des lebenden Protoplasmas zu eruieren — die Amplitude ist der Zähigkeit des Dispersionsmittels umgekehrt proportional —, habe ich (1917, p. 172) vermutet und ist dies neuestens von BAYLISS (1920) gezeigt worden. Der Viskositätsbestimmung des Zellsaftes nach dieser Methode dürften gewiß keine größeren Schwierigkeiten entgegenstehen als der des Protoplasmas; die dazu benötigten, in Wimmelbewegung befindlichen Teilchen finden sich nicht selten vor: z. B. feinster Kristallsand aus Kalziumoxalat oder die Gipskriställchen in den polaren Zellsafträumen mancher Desmidiaceen. Vgl. auch SEIFRIZ 1920.

Genau dieselben Verhältnisse gelten für die von mir seit langem zu Viskositätsstudien verwendete Hauptversuchspflanze *Callisia repens.* An Längsschnitten durch die Stengelinternodien findet man stets zahlreiche (Rinden-) Zellen mit Kalziumoxalateinzelkristallen der verschiedensten Größe. Am horizontalen Mikroskop fällt sogleich die basale Lagerung aller Kristalle auf und eine Drehung um 180° bewirkt sofort rasches Sinken nach der entgegengesetzten Wand; diese Wanderzeit ist natürlich je nach der Kristallgröße sehr verschieden und beträgt bei Zimmertemperatur bei den größeren Kristallen nur ganz wenige Sekunden. Nach dem STOCKESschen Gesetz gilt für die Fallgeschwindigkeit kugelförmiger Teilchen die Formel $v = \frac{2}{9} \frac{D-d}{\eta} g r^2$, wo D die Dichte der Kugel, d die der Flüssigkeit, g die Schwerekonstante, r der Radius der Kugel und η die innere Reibung der Flüssigkeit ist. Nimmt man die Messung an der Vakuolenflüssigkeit ein und derselben Zelle vor und mit ein und demselben Kristall[1]), so kann aus Veränderungen der Sinkgeschwindigkeit direkt auf Veränderungen des Viskositätsgrades geschlossen werden. Kristalle, die aus angeschnittenen Zellen in das Untersuchungswasser austreten, sinken kaum 2mal so rasch als möglichst gleich große Kristalle in intakten Zellen; die Viskosität des Mediums ist demnach nicht einmal 2mal so groß als die des Wassers, auch ein Beweis dafür, daß die Kristalle im Zellsaft und nicht im Zytoplasma sinken; letzteres ist in diesen Zellen gewiß zähflüssiger, wofür schon die völlige Unbeweglichkeit der eingeschlossenen Stärkekörner spricht. In plasmolysierten Zellen behalten die Kristalle ihre Beweglichkeit

---

1) Da die Kristalle nicht „kugelförmig" sind, gilt das STOCKESsche Gesetz nicht mathematisch genau, doch kommt dies bei der vergleichenden Messung der relativen Viskosität nicht in Betracht; jedenfalls wählt man Kristalle, die sich möglichst der Kugelform nähern und nicht langgestreckte Prismen.

bei, nur ist dann die Fallgeschwindigkeit wesentlich geringer; dies hängt mit der durch die Konzentrationserhöhung bedingten Viskositätserhöhung des Zellsaftes zusammen.

Untersucht wurde vorläufig nur die Temperaturabhängigkeit der Zellsaftviskosität. Methodik wie 1916. Gemessen wurde entweder die „Wanderzeit“-Zeit, die der Kristall braucht, um von der oberen zu der unteren Querwand zu sinken, oder die Fallzeit über eine bestimmte durch Okularmikrometerteilstriche begrenzte Strecke. Im ersteren Falle wurde die „Loslösungszeit“ nicht in die Wanderzeit mit eingerechnet, im zweiten kam jene nicht in Betracht, da die Fallstrecke in der Mitte der Zelle gewählt wurde. (Unter Loslösungszeit¹) ist die Zeit verstanden, die der Kristall

Temperatur	0°	2°	6°	10°	12°	20°	22°	30°	40°	Vers.-Nr.
Fallzeiten der Kristalle in Sekunden	24			18						I
	14		12	10				8	6	II
				11		10		9		III
				12					7	IV
	11			10		7·5		6	5·5	V
	26	24			19		16	14		VI
	25					20			14	VII
	20			18		16		13		VIII
	58					34			27	IX
	34					23		21	18	X
	20					18		11		XI
	38					24				XII
	11					7			5	XIII
	26					16		14	12	XIV

---

[1] Vgl. F. **Weber** 1917, Zeitschrift f. allgem. Physiologie, Bd. 18 spec. p. 11 u. Österreich. botan. Zeitschrift 1921.

braucht, um sich vom Zytoplasmawandbelag, auf oder in dem er ruht [vgl. A. MEYER, 1920, p. 373], zu befreien, loszulösen, bevor er eine deutliche Fallbewegung annimmt.) Aus den Protokollen über die Sinkgeschwindigkeit bei verschiedenen Temperaturen seien nur folgende Werte tabellarisch angeführt. In jeder Versuchsnummer sind die Messungen an ein und demselben Kristall über ein und dieselbe Wegstrecke vorgenommen, bei den verschiedenen Versuchsnummern aber verschiedene Fallhöhen und Kristalle gewählt.

Aus der vorstehenden Tabelle ist zu entnehmen:

1. Die Methode der „fallenden Kugeln“ ermöglicht die Feststellung von Viskositätsänderungen des Zellsaftes zu Lebzeiten der Zelle.
2. Die Viskosität des Zellsaftes lebender Pflanzenzellen nimmt ab mit steigender Temperatur.
3. Der Temperaturkoëfiziant $Q_{10} = \frac{Kt + 10}{Kt}$ schwankt zwischen 1·13 und 1·19[1]).

Nachdem so die Brauchbarkeit dieser Methode erwiesen ist, wird man damit untersuchen können, ob unter bestimmten äußeren Bedingungen die Zellsaftviskosität Änderungen erfährt; dazu werden sich besonders Zellen mit hohem Kolloidgehalt des Zellsaftes eignen, denn die Viskosität der Kolloiden ist weit stärkeren Schwankungen unterworfen als die der Kristalloidenlösungen. Solche Änderungen des Viskositätsgrades wären z. B. — bei dem großen Einfluß der Wasserstoffzahl auf die innere Reibung von Kolloiden — zu erwarten bei Änderungen des Aziditätsgrades des Zellsaftes; derartige Schwankungen des Säuregehaltes sollen sich u. a. einstellen bei geotropischer Reizung (SCHLEY 1913). Vielleicht kann so das Studium der Zellsaftviskosität — sowie das der Plasmaviskosität — Aufschlüsse geben über intime Vorgänge innerhalb der Zelle.

Literatur.

BAYLISS, 1920, Proc. of roy. soc. London, Ser. B. 91.

EWART, 1903, On the physics and physiology of protoplasmic streaming in plants, Oxford.

GRAETZ, 1908, Reibung, Handbuch d. Physik v. WINKELMANN, I. 2, p. 1390.

HEILBRONN, 1914, Jahrb. wissensch. Bot. 54.

---

[1]) Über die Reibung von Lösungen vgl. GRAETZ 1908; auf einen Vergleich der Viskositätsverhältnisse von Lösungen mit denen des Zellsaftes kann hier nicht eingegangen werden.

MEYER, A., 1920, Analyse der Zelle, Jena.
SCHLEY, 1913, Botanical Gazette.
SEIFRIZ, 1920, Botanical Gazette **70**.
SVEDBERG, 1910, Kolloid-Zeitschr. **7**.
THUM, 1904, Sitzb. Akad. Wiss., Wien, **113**, I. Abt.
WEBER, 1916, Diese Berichte **34**, p. 886.
—, 1917, Kolloid-Zeitschr. **20**.
—, 1921, Österr. botan. Zeitschr.

31. J. Graf: Beiträge zur Kenntnis der Gattung Populus[1]).

(Aus dem botanischen Institut der Universität Frankfurt a. M.)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 13. März 1921. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Die wichtigsten Ergebnisse meiner Untersuchungen über *Populus tremula* und *P. canadensis* sind folgende:

Der Achsenbecher der männlichen Blüte läßt im Jugendzustand bilateral-symmetrischen Bau erkennen, indem sich zunächst zwei in der Mediane stehende, perigonblattartige Lappen entwickeln, welche später zu dem einheitlichen Becher verwachsen. Dieser bilateralen Symmetrie des Achsenbechers entspricht die Anordnung der Staubgefäße, welche in zwei einander gegenüberstehende Gruppen gesondert sind. Es sind also die beiden perigonblattartigen Gebilde bei *Populus* den Honigdrüsen bei *Salix*, welche ebenfalls in der Medianebene stehen, homolog zu setzen, und die jugendliche *Populus*-Blüte zeigt somit eine gewisse Analogie mit den Verhältnissen des Perigons der Betulaceen.

Bei *Populus tremula* und *P. canadensis* ist immer ein mehrzelliges Archespor vorhanden, wovon sich in der Regel zwei Archesporzellen bis zur Embryosackmutterzelle entwickeln, wovon aber nur eine einen befruchtungsfähigen Embryosack liefert. Häufig jedoch werden auch zwei oder sogar drei Embryosäcke ausgebildet. Das Tapetum besteht aus zwei, drei und mehr Schichten, ist aber zum Unterschied von *Salix* immer zweireihig. Die Zellteilungen, die zur Bildung des Tapetums führen, lassen keine bestimmte Gesetzmäßigkeit erkennen, indem zahlreiche Variationen vorkommen.

---

[1]) Der Gegenstand ist ausführlich behandelt in meiner Inaugural-Dissertation gleichen Titels, die an anderer Stelle erscheinen wird.

Die Tetradenbildung ist unvollständig; es findet nur ein Teilungsschritt statt. Die untere der beiden Tochterzellen wird zum Embryosack. Im ganzen vollziehen sich im Embryosack drei Teilungsschritte. Die Antipoden sind nur von sehr kurzer Dauer und degenerieren vor der Befruchtung. Zwischen den Synergiden befindet sich ein schmaler Spalt, der nach der Mikropyle hin offen ist. Die beiden Polkerne vereinigen sich vor der Befruchtung zum sekundären Embryosackkern. Der Embryosack durchbricht den Nuzellus und dringt in die Mikropyle ein.

Populus canadensis besitzt wie *P. canescens* zwei Integumente, wovon das innere stark reduziert ist. *P. tremula* und *P. alba* haben nur ein Integument.

Die Embryobildung verläuft, soweit sie infolge der sehr selten stattfindenden Befruchtung verfolgt werden konnte, normal. Auch die unbefruchtet gebliebenen Blüten entwickeln sich weiter; es herrscht Parthenokarpie.

Der Pollenschlauch dringt von der Fruchtknotenwand aus seitlich in die Samenknospe ein, wächst innerhalb des Integuments nach dem mikropylaren Ende zu, vermeidet aber die Mikropyle, indem er sie im Halbkreis umgeht und sich dann wieder nach dem chalazalen Ende zuwendet, um von der Seite her in den Eiapparat einzudringen. Es herrscht also Chalazogamie i. w. Sinne (= Aporogamie).

Vom phylogenetischen Standpunkt aus betrachtet ist der Wachstumsmodus des Pollenschlauches als Übergang von Chalazogamie zur Porogamie aufzufassen.

Für die Systematik ergibt sich folgendes:

Besonders aus den Tatsachen wie mehrzelliges Archespor, Aporogamie und Einfachheit der eingeschlechtigen Blüten ist zu schließen, daß die Salicaceen eine ursprüngliche Form darstellen. Muß doch dabei besonders hervorgehoben werden, daß sowohl bei den Salicaceen als auch bei den Amentaceen jene soeben angeführten Merkmale fast immer gleichzeitig auftreten, eine Tatsache, die auf die Gymnospermen hinweist und somit die Auffassung rechtfertigt, daß erstens die Salicaceen den Amentaceen verwandtschaftlich sehr nahe stehen, und daß zweitens die Salicaceen und Amentaceen schon sehr alte, am Anfang der Dikotylenreihe stehende Formen sind.

32. H. Lundegårdh: Die Beziehungen zwischen der Lichtwachstumsreaktion und dem Phototropismus.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 14. März 1921. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Für die Prüfung von BLAAUWS bekannter Theorie über den Phototropismus ist es sehr wichtig, sowohl den Wachstumsverlauf wie den Krümmungsverlauf an demselben Objekt genau zu kennen. Bisher wurde nur die Lichtwachstumsreaktion bei symmetrischer zwei- oder mehrseitiger Belichtung gemessen. Auch die vor einigen Tagen erschienene wertvolle Untersuchung von SIERP (Zeitschr. f. Bot., 1921, S. 113) beschränkt sich auf zweiseitige Belichtung. Andererseits hat man auch eine eingehende quantitative Arbeit über den Krümmungsverlauf vermißt. Ich habe diese Lücken auszufüllen versucht durch eine quantitative Untersuchung über den Krümmungsvorgang und durch Wachstumsmessungen während der Krümmung. Da die seit mehr als drei Jahren begonnene Arbeit wegen der Zeitverhältnisse noch nicht zum Drucke kommen kann, möchte ich hier in größter Kürze über die Hauptresultate berichten, insofern sie das in dem Titel genannte Problem berühren. Das Objekt war *Avena*, und die Messungen wurden durch photographische Registrierung ermöglicht.

1. Die Beziehung zwischen der Reaktion und der Reizmenge.

Ich beschränke mich auf graphische Darstellung von zwei Serien, wovon die eine Lichtmengen von 0—1200 MKS, die andere Lichtmengen von 10 000—8 100 000 MKS. umfaßt. Das Fortschreiten der Krümmung wurde immer von Stunde zu Stunde gemessen (als Winkelablenkung der Koleoptilspitze), in den Abb. 1 und 2 ist nur das Krümmungsmaximum als Maß der Reaktion genommen. Die Kurve führt in quantitativen Maßen die bekannte Erscheinung vor, daß die Reaktion bei kleinen Reizmengen rasch steigt, dann langsam sinkt, ins Negative übergeht, um bei sehr hohen Lichtmengen wieder eine nochmalige Hebung und Senkung zu erfahren. Neu ist die Tatsache, daß für den aufsteigenden Ast der Kurve (bis etwa 10 MKS), die von mir (Botan. Notiser 1918, S. 65) für den Geotropismus eingeführten mathematischen Gesetzmäßigkeiten gelten. Ferner konnte ich zeigen, daß der erste „Wendepunkt“ der Kurve immer bei derselben Reizmenge auftritt. Dasselbe ist der Fall mit dem ersten „Indifferenzpunkt“, wie dies schon Arisz gefunden hat.

Die Kurve kann als eine resultierende von zwei Elementarkurven, einer positiven und einer negativen, von ähnlichem Verlauf aber mit verschiedener Reizschwelle aufgefaßt werden (Abb. 3). Die negative Reaktion beginnt erst bei etwa 10 MKS. In der Nähe von den Indifferenzpunkten der Kurve kann man das Vorhandensein von zwei entgegengesetzten Reaktionen aus dem Krümmungsverlauf der Koleoptile direkt sehen.

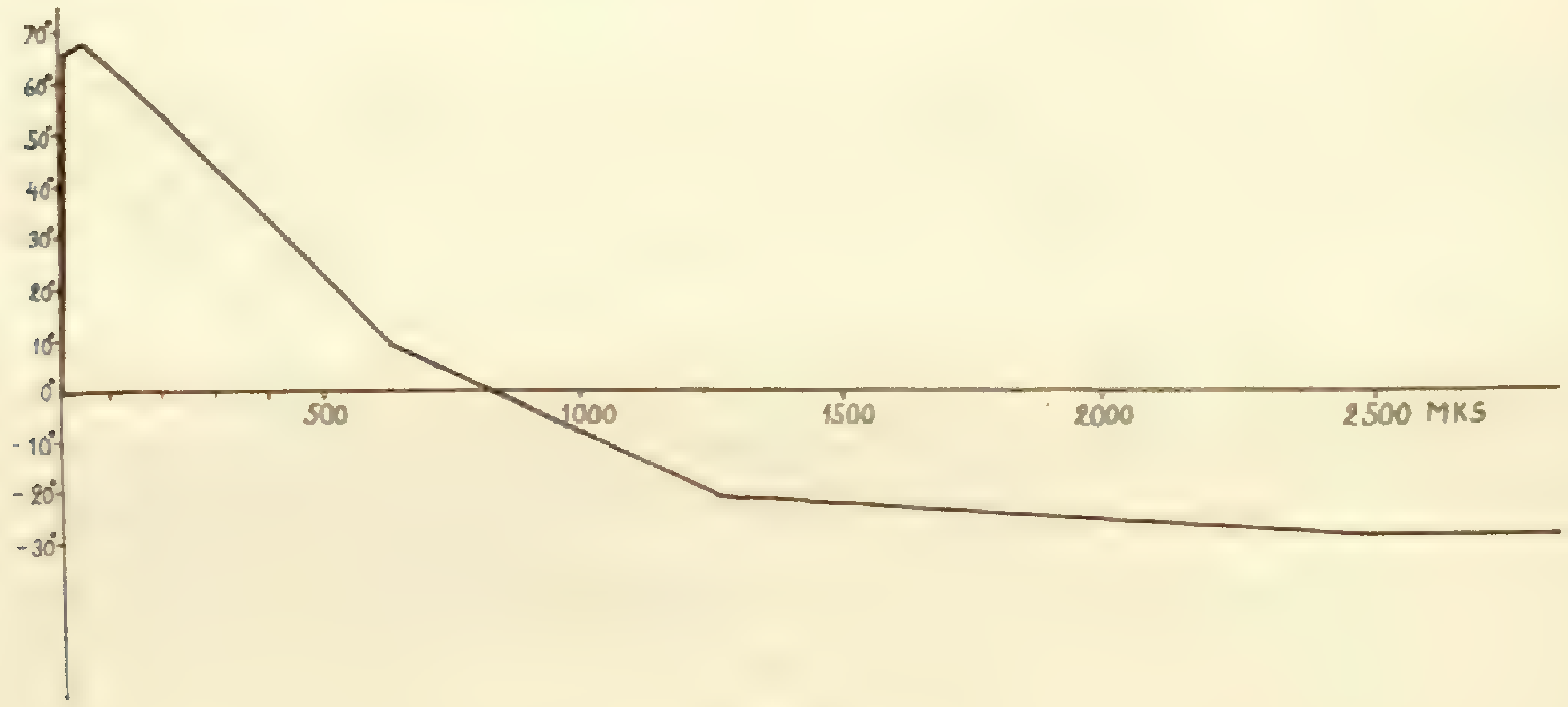


Abb. 1.

2. Das Wachstum während der Krümmung.

Dies wurde mikrometrisch an den photographischen Aufnahmen gemessen. Das Wachstum während der Krümmung ist ausgesprochen wellenförmig. Uns interessiert vor allem die durchschnittliche Geschwindigkeit des Wachstums während der eigentlichen Krümmungsphase. Diese ist meist nach 4 Stunden beendigt. Die in einer Versuchsserie herrschenden Beziehungen zwischen Reizmenge, Krümmungsgrad und Wachstum ergeben sich aus folgender Tabelle. Sämtliche Zahlen sind Mittelwerte.

Tabelle I.

Reizmenge in MKS	3.5	14	28	56	112	210	630	1260	2520
Krümmung in 0—4 St. ..	27.3 °	52.3 °	46.3 °	63.7 °	38 9 °	41.4 °	8.6 °	−17.1°	−27.3°
Wachstum in 0—4 St. ..	131	122	109	91	115	82	107	121	131
Zahl der Pflanzen	37	39	30	16	37	12	25	27	26

Das Ergebnis ist eindeutig: Das Wachstum verhält sich umgekehrt wie die Krümmung. Je größer die Krümmung ist, um so mehr wird das Wachstum gehemmt. Bei 112 MKS, wo die durchschnittliche Krümmung relativ niedrig ausfiel (38.9°), wohl ein Zufall, fällt auch der Wachstumswert aus der Reihe (115 Str.)! Graphisch dargestellt ist die Wachstumskurve das Spiegelbild der Krümmungskurve (siehe Abb. 4) mit dem Unterschied, daß die Kardinalpunkte nicht völlig zusammenfallen. Die Wachstumskurve erreicht erst bei 2520 MKS den Nullpunkt wieder. Auch das Maximum ist nach rechts verschoben (bei 210 MKS gegen 56 MKS für die Krümmungskurve). In der zweiten Hälfte der Kurve, bei den sehr hohen Lichtmengen, kehren ähnliche Verhältnisse betreffs der Wachstumskurve wieder.

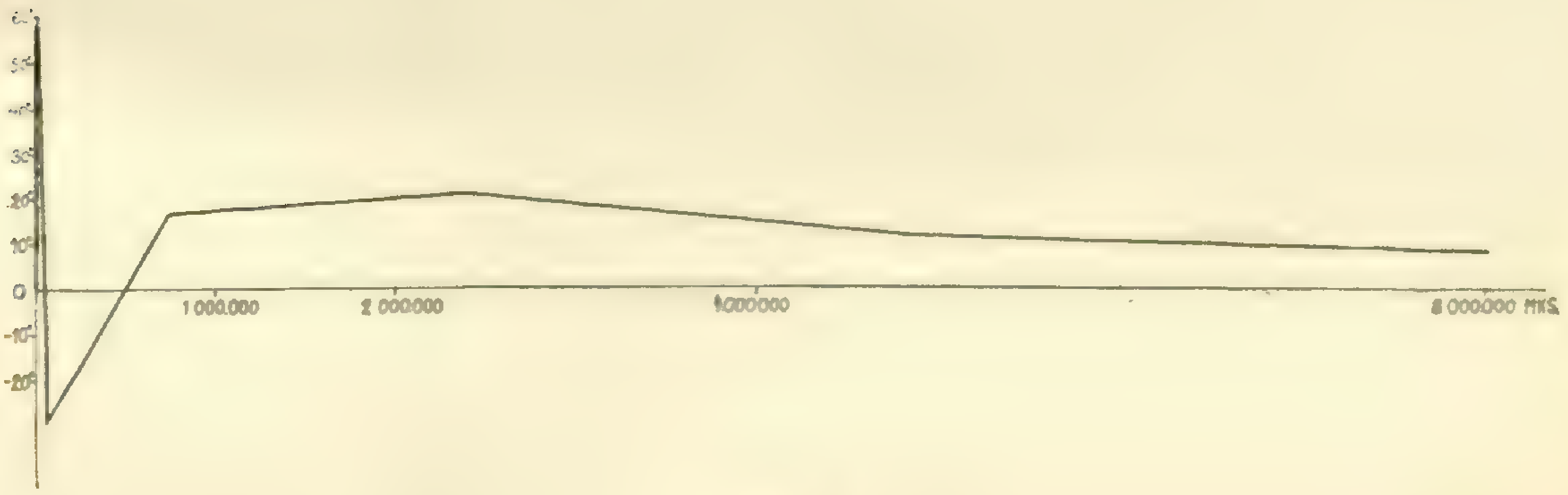


Abb. 2.

Die von SIERP (a. a. O.) unabhängig von mir und mit anderer Methodik angestellten Messungen an zweiseitig beleuchteten Koleoptilen ergeben eine erfreuliche Übereinstimmung mit meinen Ergebnissen. SIERP fand eine bis 200 MKS gehende Verminderung des Wachstums, dann wieder Erhebung bis 3000 MKS, wo der „Indifferenzpunkt" erreicht wird. Die Übereinstimmung ist so gut wie man wünschen kann (bei mir liegen die beiden Kardinalpunkte bei 210 und 2520 MKS), was beweist, daß zweiseitige Beleuchtung ganz ähnlich wirkt wie einseitige. Meine eigenen Versuche mit zweiseitiger Beleuchtung von gleicher oder verschiedener Stärke (mit im letzteren Fall darauf folgender Krümmung) gehen in derselben Richtung.

3. Wie sind nun unsere Befunde im Hinblick auf die Theorie des Phototropismus zu verwerten.

Oberflächlich gesehen, scheinen sie sehr zugunsten der BLAAUWschen Theorie zu sprechen. Wachstumsreaktion und phototropische Krümmung begleiten ja einander in einer ungeahnten Ausdehnung. Bei näherer Prüfung der Tatsachen rückt aber das Problem in ein ganz neues Licht.

BLAAUWS Theorie besagt, daß die Hinterseite des Organs eine andere Lichtmenge als die Vorderseite bekommt, infolgedessen hier eine andere Lichtwachstumsreaktion entstände, was eine Krümmung verursachen würde. Aus den oben mitgeteilten Lichtwachstumsreaktionen bei verschiedenen Lichtmengen kann man die absolute Größe der geforderten Krümmung berechnen, unter Voraussetzung, daß die Lichtverteilung im *Avena*-Koleoptil bekannt ist.

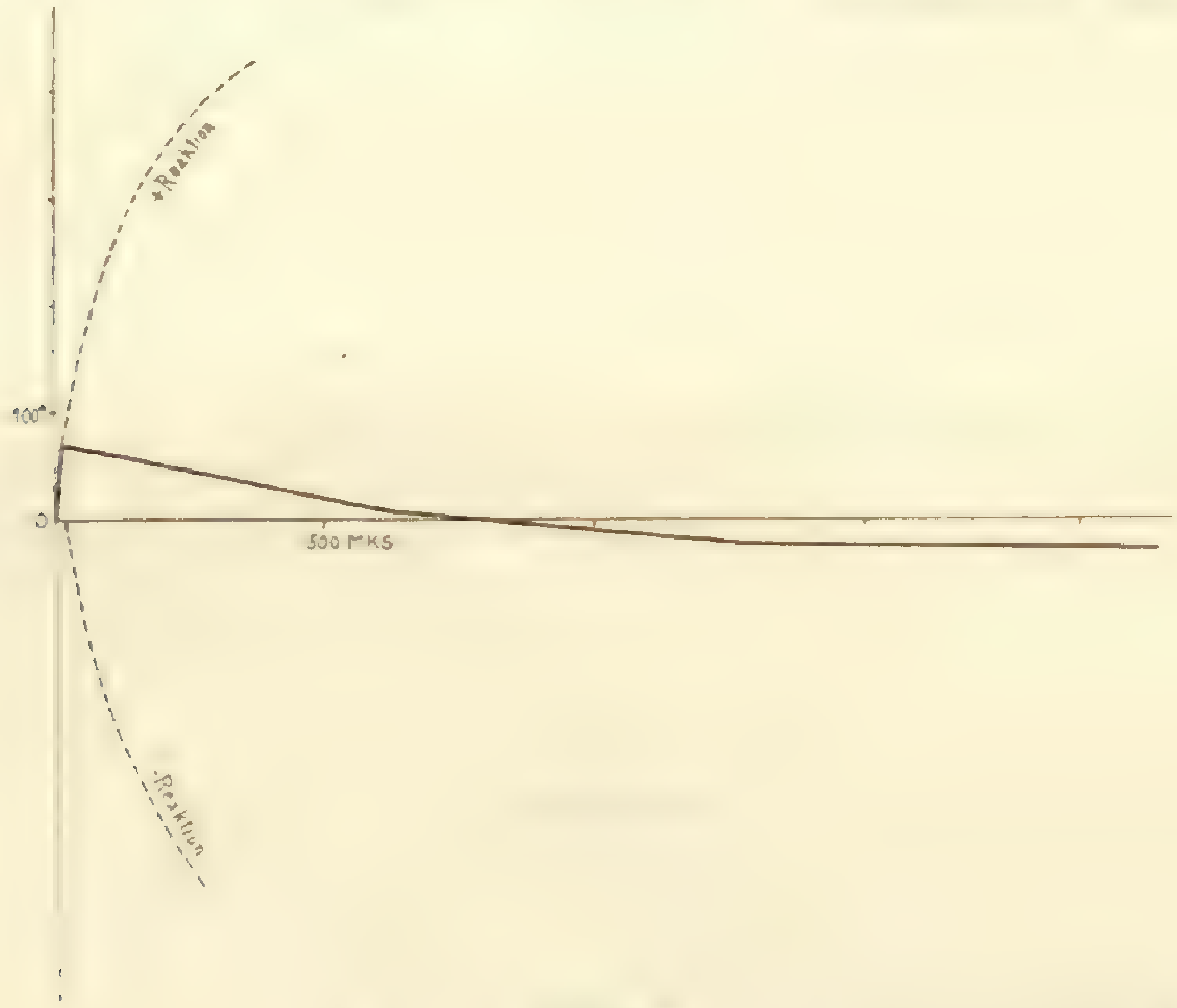


Abb. 3.

Die letztere ist sehr schwierig zu ermitteln. Die äußerste Spitze (etwa $^1/_2$ mm) ist sehr durchsichtig. Ich fand auf photographisch-photometrischem Wege, daß die Wand der Koleoptilröhre einen senkrecht hindurchgehenden Strahl nur um $^1/_{10}$ schwächt. Bei Bestrahlung des äußersten Spitzenteiles tritt nun nach meinem Befunde ein ähnlicher Parallelismus zwischen Krümmungsstärke und Wachstumshemmung auf wie oben geschildert. Bei stärkerer Bestrahlung könnten aber auch die hinter der Spitze liegenden Teile bei der Perzeption mitspielen, und in diesem Fall verursacht ja das eingeschlossene Laubblatt eine sehr beträchtliche Abschwächung des Lichts für die Hinterseite, vielleicht sogar um 49/50. Ich habe nun auf Grund der in Tabelle I aufgenommenen Zahlen in Übereinstimmung mit BLAAUWS Theorie eine Berechnung der Zuwachse von der Hinterseite und der Vorderseite des Koleoptils, unter Annahme von den Beleuchtungsdifferenzen 100:90, 100:20, 100:5 und 100:2 durchgeführt. Das Ergebnis ist zusammen mit den berechneten Krümmungsdifferenzen in folgender Tabelle aufgeführt. Die Zahlen sind auf den letzten Ziffer abgerundet.

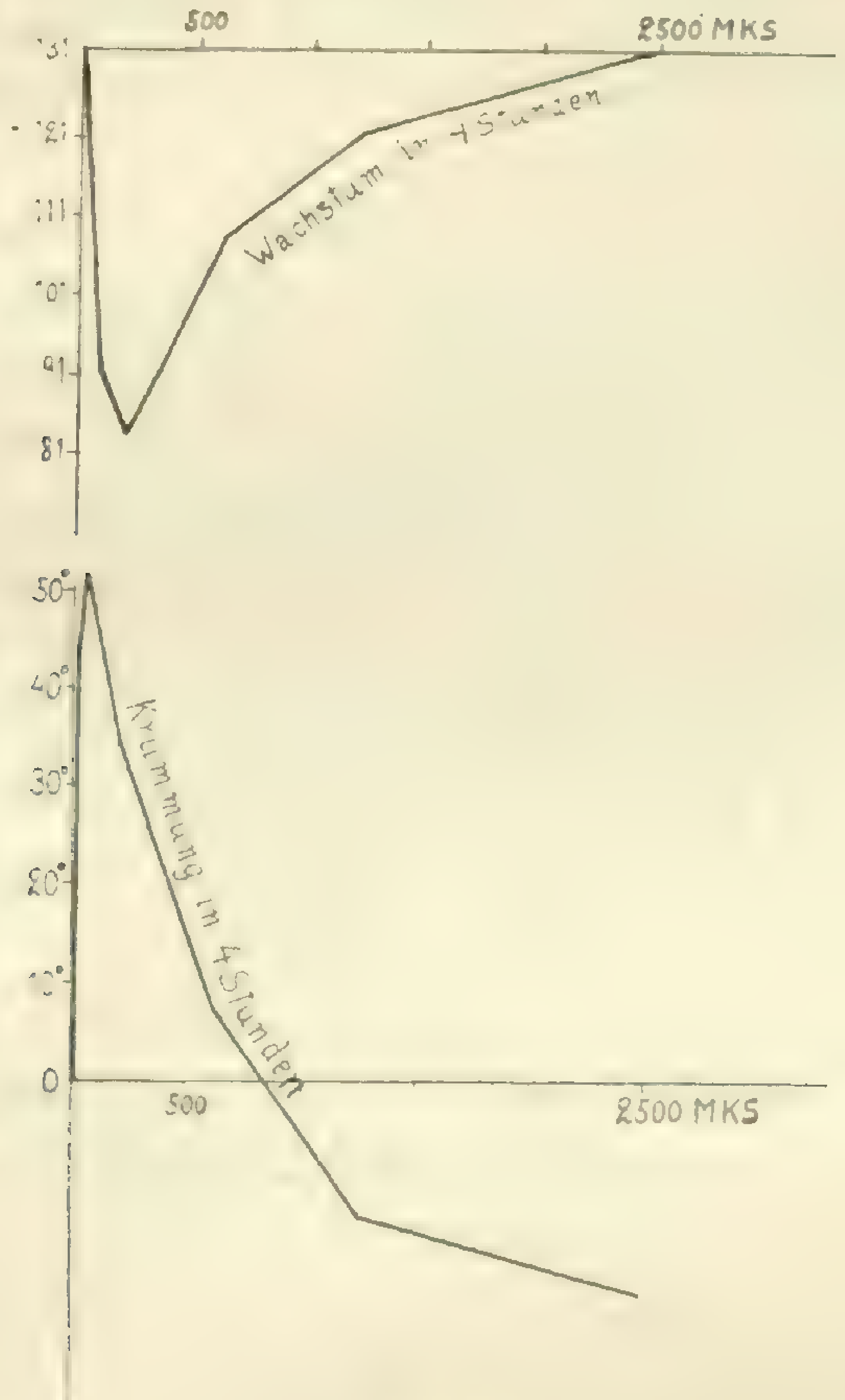


Abb. 4.

Tabelle II.

Reizmenge MKS			3.5	14	28	56	210	630	1260	2520
Angenommener Lichtabfall	1:1.1	W.-Diff.	− 0	− 1	− 3	− 4	− 1	+ 4	+ 3	+ 2
		Kr.-Diff.	+ 2.7°	+ 5°	+ 2°	+ 4°	− 3°	− 5°	− 5°	− 2°
	1:5	W.-Diff.	− 0	− 11	− 21	− 27	− 18	+ 20	+ 36	+ 31
		Kr.-Diff.	+ 22°	+ 22°	+ 3°	+ 29°	− 14°	− 44°	− 56°	− 45°
	1:20	W.-Diff.	− 0	− 11	− 22	− 40	− 42	0	+ 30	+ 45
		Kr.-Diff.	+ 26°	+ 47°	+ 35°	+ 42°	+ 1.4°	− 47°	− 80°	− 81°
	1:50	W -Diff.	− 1	− 12	− 23	− 41	− 48	− 18	+ 6	+ 37
		Kr.-Diff.	+ 27°	+ 50°	+ 42°	+ 54°	+ 11°	+ 32°	− 71°	− 89°
Tatsächliche Krümmung			+ 27°	+ 52°	+ 46°	+ 64°	+ 41°	+ 8.6°	− 17°	− 27°

Diese Tabelle zeigt, zu welchen Unwahrscheinlichkeiten BLAAUWS Theorie führt, wenn man dieselbe in die letzten Konsequenzen verfolgt. Die Tabelle zeigt: 1. Die negative Reaktion würde bei viel zu niedrigen Lichtmengen auftreten, 2. es besteht kein Parallelismus zwischen Wachstumsdifferenzen und Krümmungsdifferenzen, vielmehr eine große Unübereinstimmung, 3. die Unwahrscheinlichkeit der Theorie wird um so hervortretender, je geringere Belichtungsdifferenzen man annimmt.

Betreffs des letzteren Punktes sei bemerkt, daß SIERP jüngst eine Wachstumsreaktion nur bei Spitzenbeleuchtung fand, und daß er demgemäß annimmt, daß die für den Phototropismus eventuell in Frage kommende Wachstumsreaktion „einzig und allein von der Spitze der Koleoptile ausgelöst wird“ (a. a. O. **1921**, S. 158). In der Spitze ist der Lichtabfall am geringsten (vergl. oben), die am schlechtesten übereinstimmenden Werte würden also nach BLAAUWS Theorie die wahrscheinlichsten sein!

Daß bei Annahme eines sehr bedeutenden Lichtabfalls die Zahlen etwas besser zusammen gehen, hat kein Wunder, denn die Wachstumskurve ist ja fast das Spiegelbild der Krümmungskurve. Dieser Fall ist nach dem Gesagten der unwahrscheinlichste. Man findet auch sehr leicht, daß die erheblichen Wachstumsdifferenzen bei großem Lichtabfall eine sehr viel größere Krümmung geben würden als beobachtet wird. In den benutzten Maßen entspricht eine Krümmung von 45° einer Wachstumsdifferenz von höchstens 5 bis 6 Einheiten. Ein Blick auf die Tabelle zeigt, welche Riesenkrümmungen man nach BLAAUWS Annahme erwarten sollte.

Die Tatsachen zwingen also unabweislich zu der Schlußfolgerung, daß die von BLAAUW, SIERP und mir beschriebene Lichtwachstumsreaktion nicht Ursache der phototropischen Krümmung ist.

Wie soll man dann die große Übereinstimmung der Kurven erklären? Offenbar besteht hier eine Kausalbeziehung. Aber diese liegt wahrscheinlich darin, daß die phototropischen Elementarreaktionen das Wachstum korrelativ beeinflussen. Wie bei der phototropischen Kurve (Abb. 3) kann man auch die Wachstumskurve in zwei Elementarkurven auflösen, einer negativen (= Hemmungskurve) und einer positiven (= Antihemmungskurve). Die Wachstumshemmung korreliert mit der positiv phototropischen Elementarreaktion, die Antihemmungsreaktion (die möglicherweise wachstumsbegünstigend ist) korreliert mit der negativ phototropischen Elementarreaktion. Daß die Kardinalpunkte der Wachstumskurve und der Krümmungskurve nicht zusammenfallen, dürfte auf einer relativen Schwäche der positiven Wachstumsreaktion beruhen.

33. Otto Renner und Walter Kupper: Artkreuzungen in der Gattung Epilobium.

(Eingegangen am 15. März 1921. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Gleichzeitig mit E. LEHMANN (im Sommer 1917) haben auch wir begonnen, Kreuzungen in der Gattung *Epilobium* auszuführen[1]. Da LEHMANN über die bisher gewonnenen Ergebnisse zweimal berichtet hat[2]) und wir in der Deutung der Befunde nicht durchweg mit ihm übereinstimmen, sollen unsere Erfahrungen, soweit sie sich mit seinen Veröffentlichungen berühren, kurz mitgeteilt werden.

Unsere Versuche sind, wie augenscheinlich auch die LEHMANNschen, von dem Gedanken ausgegangen, daß die Epilobien ähnliche Vererbungseigentümlichkeiten zeigen könnten wie die verwandten Önotheren. Vor allem mußte geprüft werden, ob die Weidenröschen konstante Bastarde liefern, aus denen keine Homozygoten herausspalten. Bis jetzt ist davon nichts zum Vorschein gekommen. Dagegen neigt LEHMANN zu der Annahme, schon die aus dem Freien geholten, zu den Kreuzungen verwendeten Sippen seien heterogame Heterozygoten wie *Oenothera muricata*, übermittelten im Pollenkern anderes Erbgut als im Eikern. Auch das trifft nach unserer Meinung nicht zu[3].

Den experimentellen Befund, auf den LEHMANN seine Vermutung gründet, können wir bestätigen. Reziproke Kreuzungen zwischen zwei *Epilobium*-Arten geben, wie auch frühere Untersucher schon berichtet haben (Literatur bei LEHMANN), mitunter, doch keineswegs immer, deutlich verschiedene Mischlinge. Daraus zu schließen, daß die diploiden Zellkerne der betreffenden Arten aus zwei verschiedenen haploiden Chromatinsystemen zusammengesetzt seien wie die der komplexheterozygotischen Önotheren, und daß jeweils der eine Komplex in den Eizellen, der andere im Pollen aktiv sei, halten wir für verfehlt. Eine solche DE VRIESsche Heterogamie ist nur möglich bei Inaktivierung je eines der beiden Komplexe in jedem Geschlecht, und die Inaktivierung muß sich wenigstens im Pollen morphologisch ausprägen, d. h. mindestens die Hälfte der Pollenkörner muß funktionsuntüchtig sein[1]). Bei keiner der geprüften spontanen Arten (*Epilobium hirsutum, parviflorum, montanum, roseum, palustre*) ist etwas davon zu bemerken, während künstlich hergestellte wie spontan angetroffene Mischlinge ihre Bastardnatur in der teilweisen oder völligen Sterilisierung des Pollens aufs deutlichste zur Schau tragen.

---

[1] Während wir im Heeresdienst von München abwesend waren, hat Herr Dr. HIRMER eine größere Zahl von Kreuzungen im Nymphenburger Garten für uns ausgeführt. Wir sagen ihm dafür unseren besten Dank.

[2] Zuletzt in diesen Berichten, 1919, S. 347. Vorher in Zeitschr. f. Bot. 1918, 10, 457.

[3] LEHMANN hat für seine *Epilobium*-Mischlinge eine Nomenklatur gewählt, die sich an die von DE VRIES für die Önotheren geschaffene und von mir übernommene ziemlich eng anschließt. Dieses Nomenklatursystem, das von Mängeln sicher nicht frei ist, hat er kürzlich in diesen Berichten (1920 S. 166) kritisiert. Im Mittelpunkt steht der Vorwurf, daß ich die Verbindung *velans · rubens* als *fallax* und nicht als *velutina* bezeichne. Der Kritiker hat übersehen, daß ich ausgesprochen habe, man könne der Verbindung *albicans · velans = albivelutina* — auch diesen Namen vermißt L. — die *fallax* als *rubivelutina* gegenüberstellen (Zeitschr. f. Bot. 1919, 11, S. 364). — RENNER.

Nach unserer Meinung kann die Verschiedenheit der reziproken Mischlinge hier wie in den zahlreichen ähnlichen Fällen nur auf Plasmawirkung zurückgeführt werden, wobei offen bleibt, ob es sich um Wirkung des Cytoplasma oder der Plastiden oder beider Elemente handelt. In den Kreuzungen *Epilobium parviflorum* × *roseum* und *E. roseum* × *parviflorum* sind die Kernkombinationen identisch, weil beide Elternsippen homozygotisch sind, aber trotzdem sind die beiden Verbindungen nicht genotypisch gleich; sie unterscheiden sich ja äußerlich voneinander, trotzdem sie unter denselben Kulturbedingungen nebeneinander wachsen. Zur Verkörperung des Genotypus eines diploiden Wesens gehören eben nicht bloß zwei haploide Kerne, sondern auch noch ein Plasma[2]). Wären die reziproken Verbindungen genau gleich, so könnten wir annehmen, die Plasmen der beiden Arten seien identisch; wir hätten noch lange nicht das Recht zu dem Urteil, das Plasma bedeute für die Vererbung nichts. Die Verschiedenheit der reziproken Bastarde beweist, daß die Plasmen von *E. parviflorum* und *E. roseum* sich in ihrer Konstitution voneinander unterscheiden. Selbst wenn das Plasma für das Chromatin nichts als nährendes Substrat sein sollte, dürften wir die Unterschiede zwischen solchen Mischlingen nicht rein phänotypisch nennen, weil ein Kern ohne Plasma eben nicht existiert. Voraussetzung für diese Auffassung ist natürlich, daß das Plasma nicht vom Kern aus im Lauf des Zusammenlebens modifiziert wird[1]). Aber nach Beobachtungen an Önotheren findet eine merkbare Veränderung der Konstitution des Plasma durch den sippenfremden Kern nicht statt: die Unterschiede zwischen reziproken Bastarden werden im Lauf mehrerer Generationen nicht verwischt.

---

[1]) Vgl. RENNER, Zur Biologie und Morphologie der männlichen Haplonten einiger Önotheren. Zeitschr. f. Botanik 1919, 11, 305.

[2]) CORRENS hat schon 1901 [diese Berichte, Bd. 19, S. (88)] die Ansicht vertreten, „daß der Entfaltungsmechanismus beim Kinde im wesentlichen der der Mutter sein wird“.

Die Bastarde zwischen dem geradstengeligen *E. parviflorum* und den durch nickende Gipfel ausgezeichneten Arten (*E. montanum, roseum, palustre*) nicken stärker, wenn *E. parviflorum* Vater als wenn es Mutter ist. Leicht angedeutet ist das Nicken meist auch bei den Eizellenbastarden des *E. parviflorum* mit den genannten Arten, wie z. B. selbst in LEHMANNs Abbildung von *E. (parviflorum × montanum) triste* (1919, S. 351) deutlich zu sehen ist. Mindestens ebenso deutlich nicken in unseren Kulturen die Gipfel der von LEHMANN als *rigidum* bezeichneten Verbindung *E. parviflorum × roseum.* Aber selbst angenommen, das Überhängen der Stengelgipfel fehle hier vollständig, so bewiese das keineswegs, daß der Pollen von *E. montanum* das genotypische Element, das gewöhnlich Nicken hervorruft, nicht überträgt, im Gegensatz zu den Eizellen, die dieses Nicken vererben. Vielmehr kommt der Charakter der gekrümmten Stengelspitzen dann nicht oder schwach zur Ausprägung, wenn die Kernkombination *parviflorum · montanum* im Plasma von *E. parviflorum* zu leben gezwungen ist, während dieselbe Kernkombination mit *montanum*-Plasma einen kräftig nickenden Biotypus hervorbringt. Die Erscheinung ist einfach als Dominanzwechsel bzw. als Valenzverschiebung zu verstehen: ob aufrechter oder nickender Stengel dominiert bzw. prävaliert, hängt vom Plasma ab, und zwar begünstigt das Plasma jeder Art die Ausprägung des der betreffenden Art eigenen Charakters. Man möchte solche Metroklinie in all den Merkmalen erwarten, in denen nicht bei beiden reziproken Mischlingen das gleiche Valenzverhältnis auftritt. Für die von JONES[2]) beschriebenen sehr stark metroklinen Bastarde zwischen *Digitalis purpurea* und *D. ambigua* scheint das wirklich zu gelten, aber nach LEHMANN sind seine reziproken *Epilobium*-Mischlinge in verschiedenen Merkmalen patroklin.

Unsere Erfahrungen an den reziproken Bastarden zwischen *E. parviflorum* und *roseum* stimmen mit denen LEHMANNs nicht ganz überein. Ungefähr gleich sind bei beiden Mischlingen folgende Merkmale ausgebildet: a) von *E. roseum*: Kanten am Stengel, deutliche Blatt- und Brakteenstiele, spitze Gestalt der Blütenknospen, große Zahl einfacher Haare am Fruchtknoten, Aufwärtskrümmung aller einfachen Haare, deutliche Knötchen auf der Kutikula der Haare; b) von *E. parviflorum*: große Zahl und beträchtliche Länge der einfachen Haare an Stengel und Blatt, beträchtliche Länge der Drüsenhaare in der Blütenregion. Alle Haarcharaktere sind dabei ± intermediär zwischen den Elterarten. Deutlich unterschieden sind die beiden Bastarde in der Laubfarbe, im Grad des Überhängens der Stengelgipfel, in der Kronblattgröße. Nach der Mutter schlagen jeweils die Laubfarbe (*E. parviflorum* hat dunkleres Laub als *roseum*, ebenso *p* × *r* dunkleres als *r* × *p*) und der Grad des Nickens. In der Größe der Petala steht *r* × *p* zwischen den Eltern, *p* × *r* dagegen hat Kronblätter, die noch kleiner sind als die von *roseum*. Abgesehen von der Blumenblattgröße, über die noch zu reden sein wird, finden wir also in den Merkmalen, in denen die reziproken Mischlinge sich unterscheiden, Hinneigen zum Typus der Mutter.

---

[1]) Auch diese Frage wird von CORRENS aufgeworfen l. c. p. (91).

[2]) W. N. JONES, Species hybrids of Digitalis. Journ. of Genetics 1912, 2, 71—88.

In der Entscheidung: Metroklinie oder Patroklinie scheint uns das Hauptproblem der reziproken Bastarde zu liegen. LEHMANN hat, fasziniert durch die heterogamen Önotheren, bei denen es eigentlich reziproke Mischlinge im selben Sinn wie bei Homozygoten im idealen Fall gar nicht gibt, die Tragweite seiner Befunde nicht erkannt. Es wird deshalb genau zu prüfen sein, ob wirklich patroklin-differente Charaktere vorkommen, die nach seiner Darstellung bei den Epilobien häufiger wären als metroklin-differente.

Daß die Gestalt der Stengelspitzen bzw. ihre geotropische Stimmung — denn hier wie bei den Önotheren handelt es sich wohl um geonyktinastische bzw. „nyktigeotropische" Bewegungen — überhaupt nur durch das Plasma und nicht durch die Kerne vererbt wird, ist unwahrscheinlich schon deswegen, weil auch die Eizellenbastarde von *E. parviflorum* mit *E. roseum* usw. das Nicken nicht ganz vermissen lassen. Durch andere Erfahrungen wird die Annahme strikt widerlegt: Das geradstengelige *E. hirsutum* gibt mit Pollen von *E. montanum*, *roseum*, *palustre* deutlich nickende Bastarde. Und wenn die Bastarde von *E. parviflorum* ♀ außer den wenig überhängenden Gipfeln verkümmerte Petala und ganz sterilen Pollen besitzen, so weist das wieder darauf hin, daß das *parviflorum*-Plasma kein günstiges Substrat für die Kerne der anderen Arten ist, keineswegs darauf, daß die Eizellen des *E. parviflorum* als solche eine Anlage zu mißbildeten Kronblättern oder zu sterilem

Pollen vererben. Daß die Merkmale der gehemmten Petala und des tauben Pollens „an *E. parviflorum* selbst nicht zu erkennen sind“ (LEHMANN, S. 353), hat somit nichts Auffälliges. Umgekehrt dagegen gewöhnt sich der *parviflorum*-Kern in *montanum*- und *roseum*-Plasma augenscheinlich besser ein, denn bei den reziproken Bastarden unterbleibt die Störung der Kronblattausbildung und fällt der Pollen besser aus.

Es ist vielleicht nicht überflüssig hervorzuheben, daß bei den Önotheren die Verschiedenheit reziproker, in Beziehung auf die Kernkombinationen identischer Mischlinge neben der DE VRIESschen Heterogamie herläuft. Die Verschiedenheit kann dabei so weit gehen, daß die eine Verbindung überhaupt nicht lebensfähig ist. So ist *Oenothera* (*muricata* × *Lamarckiana*) *gracili-laeta*, = *curvans* · *gaudens* mit *muricata*-Plasma, ein seltener „metakliner“ Bastard, lebensfähig und fruchtbar, während der auf reziprokem Weg gewonnene Mischling *O.* (*Lamarckiana* × *muricata*) *gracili-laeta*, = *gaudens* · *curvans* mit *Lamarckiana*-Plasma, in Form winziger blasser Sämlinge stirbt.

Die weitgehende Pollensterilität unserer *Epilobium*-Mischlinge hat uns bisher verhindert eine größere F_2-Generation aufzuziehen. Aber für die Analyse eines Bastardes ist ja die Rückkreuzung mit reinen Sippen, und zwar die Bestäubung des Bastardes mit dem Pollen der homozygotischen Sippen, ein unvergleichlich besseres Werkzeug als die Selbstbestäubung. Denn einmal ist die Aufspaltung der Nachkommenschaft viel übersichtlicher, wenn das Keimzellenmaterial im einen Geschlecht einförmig war, und zweitens können, wenn der Bastard als Mutter und die Homozygote als Vater dient, die Zahlenverhältnisse nicht durch verschiedene Wachstumsgeschwindigkeit genotypisch verschiedener Pollenschläuche gefälscht werden. Über solche haploiden Kombinationen, die als Embryosäcke nicht lebensfähig sind — und solche wird es häufig geben —, können wir freilich nie unmittelbar durch die Kultur etwas erfahren. — Die Rückkreuzung *E.* (*hirsutum* × *palustre*) × *hirsutum* ergab eine vorläufig unübersehbare Mannigfaltigkeit der Formen, von sehr *hirsutum*-ähnlichen Individuen einerseits und F_1-ähnlichen andrerseits bis zu den sonderbarsten, teils kräftigen, teils sehr schwächlichen „extravaganten“ Typen, wie HERIBERT-NILSSON das von Weiden ausführlich beschrieben hat. Entsprechend war das Ergebnis der Rückkreuzung *E.* (*hirsutum* × *palustre*) × *palustre*; das Auftreten sehr *palustre*-ähnlicher Individuen weist wie das der F_1-ähnlichen in der Rückkreuzung mit *E. hirsutum* darauf hin, daß der *palustre*-Komplex, der aus dem Pollen der Spezies stammt, sehr wohl auch in den Eizellen vorkommen kann, also nicht heterogam ist. Von der Nachkommenschaft der Kreuzung *E.* (*hirsutum* × *palustre*) × *montanum* ist hervorzuheben, daß einzelne Individuen dieselben Krüppel mit verkräuselten Blättern waren, wie sie die F_1 von *E. hirsutum* × *montanum* darstellten.

Die bis jetzt gewonnenen Erfahrungen lassen also erkennen, daß bei Artkreuzungen in der Gattung *Epilobium* typische, weitgehende Mendelspaltung auftritt, und daß von den Vererbungsanomalien der komplexheterozygotischen Önotheren keine vorkommt.

München-Nymphenburg, im Juli 1920.

Sitzung vom 24. Juni 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben unseres ordentlichen Mitgliedes, Herrn Prof. Dr.

M. Büsgen,

in **Hann.-Münden.**

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Lange, Dr. **Siegfried**, Assistent am Botan. Institut der Universität, in **Greifswald**, Knopfstr. 14 I (durch F. SCHÜTT und E. LEICK).

Pohl, Dr. **Franz**, Assistent am Botan. Institut der Deutschen Universität in **Prag** (durch A. PASCHER und K. RUDOLPH),

Schmidt, Dr. **Alexander**, in **Stollbey** i. Erzgebirge, Lehrerseminar (durch P. STARK und J. BUDER),

Poellnitz, Dr. **Karl von**, in **Oberloedla**, Post Rositz, Sachsen-Altenburg (durch P. STARK und J. BUDER),

Dultz, **A.**, Buchhändler und Antiquar in **München**, Landwehrstr. 6 (durch H. ROSS und K. V. SCHOENAU),

Regel, Dr. **Konstantin**, Privatdozent an der Universität, **Dorpat**, Estland, Teichstr. 42 (durch G. SCHWEINFURTH und L. DIELS),

Merkenschlager, Dr. **F.**, Assistent am botanischen Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule **Weihenstephan** (durch F. BOAS und F. OEHLKERS).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Emoto, Dr. **Y.**, in **Tokio**,
Fischer, **Robert**, in **Wien**,
Gauba, **Erwin**, in **Wien** und Fräulein
Piskernik, Dr. **Angela**, in **Laibach**.

Herr CAMILLO SCHNEIDER demonstrierte farbige Pflanzenaufnahmen aus China.

Mitteilungen.

34. Hermann Brunswik: Über Hesperidinsphärite im lebenden Hautgewebe von Anthurium Binotii Linden.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien Nr. 150 der II. Folge.)

(Eingegangen am 15. März 1921. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Anthurium Binotii Linden[1]), eine Araceae aus Südbrasilien, wird in den europäischen Gewächshäusern wegen seiner dekorativen, derb ledrigen Blätter, die besonderen Glanz aufweisen, seit geraumer Zeit kultiviert[2]). Zur Blüte gelangt die Pflanze bei uns nur selten.

Systematisch steht *Anthurium Binotii* den ebenfalls in Europa kultivierten Arten *Anthurium Olfersianum* und *A. Olfersianum* var. *Vellozianum* nahe (Sectio Urospadix Engl.).

In der Epidermis der Blätter und der bis 20 cm langen Blattstiele dieser Pflanze befinden sich einzeln, in manchen Zellen verstreut, schwach gelbglänzende, scharf ausgebildete Sphärite in Gestalt von Doppelpinsel, Hanteln oder Kugeln. An älteren, lebenden Blättern sind diese Sphärokristalle in den Epidermiszellen regelmäßig anzutreffen, besonders in Nachbarschaft von Spaltöffnungen; im jüngsten Blatt der von mir untersuchten Pflanzen[3]), das sich durch seine maigrüne Farbe als noch nicht völlig entwickelt zu erkennen gab, fanden sie sich zwar noch nicht in der Epidermis der Blattspreite, wohl aber bereits in der des langen Blattstieles. Die Sphärite treten also bald nach der Beendigung des Wachstums in dem betreffenden Pflanzenteile auf.

Chemisches Verhalten der Substanz. Die einzelnen Epidermiszellen, sowohl die normalen, als wie diejenigen, welche einen Sphärit beherbergen, zeigen bei Untersuchung der Schnitte in Wasser keine weiteren Besonderheiten. Plasmolysiert man jedoch die Zellen durch Eintragen in konz. Glycerin oder 20 % KNO_3, so bildet sich in jeder ein weißer, stark lichtbrechender Ballen einer sirupösen Substanz.

---

[1]) A. ENGLER, Das Pflanzenreich. (Regni vegetabilis conspectus) IV 23 B. p. 143. *Anthurium* Nr. 181.

[2]) REGEL, Gartenflora. 21. Jahrg. (1872) p. 131—132 mit Abbildung der Pflanze. Tafel 723.

[3]) Aus den Gewächshäusern des Botan. Instituts der Universität Wien, kultiviert seit 1908.

Tötet man die Schnitte ab, indem man das Wasser unter dem Deckglase bis nahe zum Kochen erwärmt oder indem man die Schnitte in Glyzerin, Alkohol, Äther, Chloroform, Azeton, Xylol, in verdünnte Mineralsäuren oder in Eisessig einträgt — ein gleichzeitiges Erwärmen wirkt beschleunigend — so sind alsbald sämtliche Epidermiszellen erfüllt von einer großen Zahl von Kristallen. Diese variieren in ihrer Gestalt etwas je nach dem fällenden Reagens, stellen aber sicherlich ein und dieselbe, in den lebenden Zellen in konzentrierter bis gesättigter Lösung enthaltene Substanz dar, die sich ihrerseits als identisch erweist mit jener der bereits beschriebenen, gelbglänzenden Sphärite.

Die auf diese Weise erzielten Kristalle, von denen die behandelten Schnitte wie übersät sind, zeigen alle Übergänge von schwach gelblichen Nadelbüscheln, einzelnen Nadeln und Körnchen zu kleinen Doppelpinseln, Hanteln oder Zwillingssphäriten, die schließlich den intra vitam gebildeten Sphärokristallen (besonders bei Fällung mit Azeton in der Wärme) völlig gleichen können. Im polarisierten Lichte erweisen sich alle Kristalle als doppelbrechend, die größeren Sphärite zeigen das charakteristische „BREWSTERsche Kreuz". —

Die Kristalle — sowohl die primären, wie die sekundär gefällten — stellen, wie schon aus der Liste der Fällungsmittel hervorgeht, eine sehr schwer lösliche Substanz dar. Sie ist unlöslich in sämtlichen neutralen Lösungsmitteln und in verdünnten Säuren, ebenso in konz. kalter HCl, löslich bei längerem Kochen in Glycerin und mit gelber Farbe in kalter konz. H_2SO_4. Beim Erwärmen nimmt diese gelbe Lösung eine braunrote Farbe an. — In Kali- oder Natronlauge gehen die Kristalle unter lebhaft gelber Farbe in Lösung; in Ammoniak bleiben die Sphärite und Nadeln völlig erhalten, auch wenn man zarte Schnitte 24 Stunden lang in einer kleinen Glasdose mit konz. NH_3 frei schwimmen läßt. 10 % Soda- oder Kaliumkarbonatlösung sowie Kalkwasser verstärken oft die gelbliche Färbung der Kristalle, lassen sie aber in der Kälte ungelöst. Bringt man frische Schnitte der Epidermis in 10 % K_2CO_3, so tritt rasch Plasmolyse ein, wobei sich jedoch jeder der stark lichtbrechenden Ballen alsbald intensiv kanariengelb färbt, so daß der Schnitt schon makroskopisch diese Färbung zu erkennen gibt. Dasselbe Bild erhält man, wenn man Schnitte in 10 % KNO_3 plasmolysiert und dann etwas Ammoniak zufließen läßt. Überträgt man die so behandelten Schnitte in 10 % H_2SO_4, so entfärbt sich der plasmolysierte Zellinhalt sofort, so daß er wiederum weißglänzend erscheint, und liefert dann beim Erwärmen in diesem Medium ein Gewirr der bereits beschriebenen Nadeln und Pinsel. —

Die Zuckerreaktion mit α-Naphtol —H_2SO_4 nach MOLISCH geben die Kristalle direkt nicht. —

Aus der ganz charakteristischen Kristallform und dem chemischen Verhalten geht hervor, daß die vorliegende Substanz zu den „Hesperidinen" im Sinne von TUNMANN[1]) zu rechnen ist.

Eine ganz auffallende Analogie zeigt jedoch das Vorkommen des Hesperidins bei *Anthurium Binotii* Linden mit dem von MOLISCH[2]) in letzter Zeit beschriebenen massenhaften Auftreten eines hesperidinartigen Körpers im Hautgewebe von *Linaria genistifolia* Mill. und einigen verwandten Arten. In beiden Fällen ist die Pflanze „gewissermaßen in konzentrierter Lösung von Hesperidin eingehüllt", wie MOLISCH bemerkt. Bei *Anthurium Binotii* Linden ist aber die Konzentration des Hesperidins in den Epidermiszellen so hoch, daß es regelmäßig schon bei jungen Blättern zu seiner teilweisen Ausfällung und Kristallisation in der lebenden Zelle kommt, ein relativ selten verwirklichter Fall. (Hesperidinsphärite in der lebenden Zelle sind bisher nur bei *Scrophularia nodosa* L. von Vogl[3]) beschrieben und nach demselben Autor auch in Herbst-Pflanzen von *Satureja acinos* Scheele vorhanden.) —

Während jedoch bei *Linaria genistifolia* das Hesperidin aus zarten Schnitten durch dest. H_2O in einigen Minuten zum Ausfallen gebracht werden kann, erweisen sich die Zellen von *Anthurium*, entsprechend dem Charakter dieser Pflanze, weitaus resistenter. Zarte Schnitte, durch 40 Stunden in einer Glasdose mit destilliertem Wasser frei schwimmend erhalten, zeigen nur spärliche nadel- oder körnchenförmige Hesperidinkristalle in den randständigen Zellen, während die überwiegende Mehrzahl der Zellen noch lebt und Plasmolyse zeigt. Ein weiterer Unterschied gegenüber *Linaria* ist die verschiedene Löslichheit in Ammoniak, eine in der Hesperidingruppe verbreitete Eigentümlichkeit, so daß BORODIN[1]) zwischen Hesperidinen, in NH_3 schwer löslich, und Pseudohesperidinen, in NH_3 leicht löslich, unterscheiden wollte. —

---

[1]) O. TUNMANN, Pflanzenmikrochemie 1913, p. 369—374.

[2]) H. MOLISCH, Über einen leicht kristallisierbaren, organischen Körper bei *Linaria*-Arten, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 35. Bd., 1917, Heft 2.

[3]) A. E. VOGL, *Scrophularia nodosa* L., its sphaerocrystals and some allied bodies. The Pharm. Journ. London 1896, 4 ser., vol. II, p. 101 u. Anhang. Vgl. auch H. BRUNSWIK, Zusammenstellung der in Labiatenblättern vorkommenden kristallisierten Inhaltskörper. Ztschr. d. österr. Apoth.-Ver. 1920, 58. Jahrg., p. 201.

Verbreitung des Hesperidins bei *Anthurium*-Arten. Die Gattung *Anthurium* umfaßt nach der Bearbeitung ENGLERs 486 Arten; es war daher bei Untersuchung der Verbreitung des Hesperidins in dieser Gattung nur von Wert, durch Stichproben festzustellen, ob das Hesperidin in der Regel bei *Anthurium* vorkommt oder ob das oben beschriebene Auftreten nur einen Einzelfall darstellt.

Es wurden ca. 12 Arten, darunter die systematisch am nächsten stehenden der Sectio Urospadix Engler, teils als Herbarmaterial, teils in frischem Zustande untersucht; es sind dies: *A. coriaceum* Endl., *A. trinervium* Knuth., *A. bellum* Schott, *A. Olfersianum* Knuth., *A. Scherzerianum* Schott, *A. leodinente*, *A. imperiale* Mig., *A. candidum* Bull., *A. Miguelianum* C. Koch, *A. grandiflorum*, *A. Sellowianum* Knuth., *A. cuspidatum* Mast., *A. Harrisii* u. a. Bei keiner der untersuchten Arten konnte Hesperidin in mikrochemisch faßbaren Mengen nachgewiesen werden.

Das Hesperidin zeigt demnach, ähnlich wie bei den Labiatae und Scrophulariaceae, auch bei der Araceae *Arthurium* ein sprunghaftes und vereinzeltes, dafür aber um so reichlicheres Vorkommen.

Zusammenfassung. *Anthurium Binotii* Linden enthält in seinem gesamten oberirdischen Hautgewebe in reichstem Maße einen Körper der „Hesperidingruppe“. Er gibt sämtliche für diese Gruppe charakteristischen mikrochemischen Reaktionen. Sein Vorkommen ist in doppelter Hinsicht bemerkenswert: 1. Tritt dieses Hesperidin in den Epidermiszellen in einer solchen Konzentration auf, daß es schon in jungen Pflanzenteilen, die eben ihr Wachstum beendet haben, in Form von Sphärokristallen in den lebenden Zellen teilweise abgeschieden wird; da diese Sphärite infolge ihrer Schwerlöslichkeit noch viel weniger als das gelöste Hesperidin in den Stoffwechsel wieder einbezogen werden können, handelt es sich demnach um ein „Kristallexkret“ im Sinne von STAHL.

2. Ist das Auftreten von Hesperidin bei einer monokotylen Pflanze äußerst selten. Spezielle derartige Angaben liegen über-

---

[1]) BORODIN, Sitzber. d. bot. Sekt. d. Ges. d. Naturf., Petersburg 188 (nur Russisch).

haupt nicht vor; nur BORODIN[1]) zählt in seiner umfassenden Untersuchung in dieser Hinsicht neben 24 dikotylen Pflanzenfamilien[2]) auch die Gramineae und Cyperaceae zu den hesperidinführenden Familien. —

Anhang. Gerade dieses systematisch exponierte Vorkommen eines Hesperidins bei den Araceae läßt seine nähere — makrochemische — Analyse wünschenswert erscheinen. In der Tat kann dieser Körper leicht isoliert werden; die feingeschnittenen Blatt- und Stengelteile werden mittels 3 % Kalilauge durch mehrere Stunden bei erhöhter Temperatur (30° – 40° C.) ausgelaugt und das abgepreßte, gelbbraune Filtrat mit Essigsäure etwas über den Neutralisationspunkt versetzt. Hierdurch wird das in Lösung gegangene Hesperidin vollkommen gefällt in Form von kleinen Nadeln, Doppelpinseln oder Nadelbüscheln und kann mit kaltem Alkohol, Äther und verd. Essigsäure gewaschen werden. Die nähere chemische Untersuchung dieses Hesperidins soll in einem anderen Zusammenhange in nächster Zeit durchgeführt werden.

---

[1] BORODIN, l. c. Ein eingehendes Referat dieser schwer zugänglichen Arbeit verdanke ich der Freundlichkeit von Prof. R. WESTLING (Stockholm), dem ich auch an dieser Stelle bestens dafür danken möchte.

[2] Anmerkung: Nämlich Ranunculaceae, Menispermaceae, Cruciferae, Lineae, Caryophyllaceae, Tiliaceae, Rutaceae, Hesperideae, Papilionaceae, Caesalpineae (?), Saxifragaceae, Lythrarieae, Umbelliferae, Valerianaceae, Dipsaceae, Compositae, Lobeliaceae, Campanulaceae, Polemoniaceae, Scrophularineae, Acanthaceae (?), Verbenaceae (?), Labiatae und Galicineae.

35. Friedrich und Gertrud Tobler: Farb- und Speicherstoffe in reifenden Ölpalmenfrüchten.

(Mit 4 Abbildungen im Text)[1].

(Eingegangen am 17. März 1921. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Vor einer Reihe von Jahren zeigten wir[2]) die Beziehungen zwischen Farbstoffbildung und Speicherstoffen in verschiedenen Reifezuständen gewisser Früchte. Als Beispiel diente u. a. *Momordica Balsamina* L. und *M. Charantia* L. Wir wiesen nach, daß sowohl durch Hemmung der Atmung (Abschluß des Lichts), wie durch mechanische Hemmung das Wachstum und der Reifeprozeß der Früchte aufgehalten werden.

Hierzu bieten Beobachtungen an den Früchten der Ölpalme eine ganz interessante Ergänzung. Was bei *Momordica* auf Grund von Versuchen eintrat, ist hier im Bau des Fruchtstandes und seiner Entwickelung bedingte Folge natürlicher Verhältnisse. Die Beobachtungen wurden 1913 im Biologisch-Landwirtschaftlichen Institut Amani (D. O. A.) ausgeführt.

Der Fruchtstand der Ölpalme wird 40—50 cm lang und besitzt einen Durchmesser von etwa 20 cm. Er besteht aus vielen dicht nebeneinander stehenden Fruchtstielen von etwa 15 cm Länge, an denen je 12—20 Früchte verschiedener Größe sitzen. Am Gesamtfruchtstand finden sich die größten Früchte am untersten Teil. Sie sind etwa 5 cm lang, die kleinen durchschnittlich 2,5 cm. Im Innern des Fruchtstandes sind oft kleine Scheinfrüchte enthalten, die aus unbefruchteten Blüten entstehen und kernlos sind. Form, Farbe und Größe der Früchte sind stark verschieden bei den verschiedenen Sorten. BÜCHER und FICKENDEY trennen in ihrer Monographie der Ölpalme[3]) eine „Breitform“, die mit der Eigenschaft „Dickschaligkeit“ Hand in Hand zu gehen pflegt, von einer „Langform“, die meist bei dünnschaligen und stets bei schalenlosen Früchten auftritt. Nach BECCARI[1]) kommt ferner noch eine ausgebauchte „Krugform“ vor.

---

[1]) Zu der Mitteilung lag seit 1914 eine mehrfarbige Tafel, in Wasserfarben nach der Natur, bereit, von deren Veröffentlichung auch heute die Zeit noch abzusehen zwingt. Wir versuchen das Nötigste — natürlich nicht die Farberscheinungen selbst — anderweitig wiederzugeben.

[2]) F. und G. TOBLER, Untersuchungen über Natur und Auftreten von Carotinen. 2. Über den Vorgang der Carotinbildung bei der Fruchtreife. (Ber. d. D. Bot. Ges. 1910.)

[3]) H. BÜCHER und E. FICKENDEY, Die Ölpalme (Berlin 1919).

Die Größe der gut entwickelten Außenfrüchte (diese als Durchschnitt genommen) ist offenbar ein recht veränderliches Merkmal und abhängig von Standort, Alter der Palme u. a. Unter den sonstigen Sorten bestimmenden Merkmalen, die im Anschluß an CHEVALIER[2]) und BECCARI von BÜCHER und FICKENDEY übersichtlich zusammengestellt werden, ist eines der wichtigsten die Farbentwicklung. Hinsichtlich dieser werden dort im wesentlichen drei Gruppen unterschieden: 1. Frucht zuerst farblos, später Violett- bis Schwarzfärbung, die während der Reife wieder ganz oder fast ganz durch eine Gelb-Orange-Färbung verdrängt wird; 2. in der zunächst grünen Frucht kein oder nur wenig und schnell wieder verschwindendes Violett, bei der Reife Gelb- bis Ziegelrotfärbung; 3. (sehr selten) Farblosigkeit bis auf eine oberflächlich violett gefärbte Spitze.

Die uns in Amani zur Verfügung stehenden Früchte stammten von der Pflanzung Derema; es lag dabei die von CHEVALIER und BECCARI als Varietät betrachtete Form *Elais guinensis*, var. *sempernigra* A. CHEVALIER vor, die von BÜCHER und FICKENDEY zu „*dura, nigrescens*“ gestellt wird, und in oben genannter Einteilung zur ersten Gruppe gehört. Die Fruchtstände dieser Form erscheinen längere Zeit schwarz, weil die dem Licht ausgesetzten Teile der Früchte stark anthozyanhaltig sind (vgl. Abb. 2). An allen Stellen, die noch von den Kelchblättern bedeckt sind oder da (vgl. Abb. 2b u. 3), wo die Flächen zweier Früchte sich im Fruchtstand fest aneinanderpressen, ist die Färbung gelb bis rotgelb. Sie geht im allgemeinen zurück auf einen Gehalt an Fett und Carotin, das übrigens auch in dem anthozyanhaltigen Teil sich in der Epidermis reichlich vorfindet. Eine helle gelbe Farbe, etwa am Grunde der Früchte geht aber nicht auf Carotin zurück, sondern wird nur durch das gelbliche fette Öl (nicht etwa auch ein helleres Carotin) hervorgerufen. Die violette bis schwarze Färbung ist bei dieser Qualität zwar schon der Ausdruck der Reife, die an der Spitze dunkel werdenden Früchte sind aber an Stellen ungehinderter Entwickelung nicht die vollreifen. Die Färbung geht vielmehr vorüber, um einem reinen Orange Platz zu machen.

---

[1]) J. BECCARI, Contributo alla conoscenza della Palma a olio (Agricoltura coloniale 1914).

[2]) A. CHEVALIER, Documents sur le Palmier a l'Huile (Paris 1910).

Die Aufgabe war auch hier wiederum die, aus dem Gehalt der verschiedenartig gefärbten Fruchtteile zunächst sich ein Bild von der Aufeinanderfolge der verschiedenen Farb- und Speicherstoffe zu machen. Aus den Möglichkeiten des für einander Eintretens gewisser Stoffe ergibt sich dann ein Rückschluß auf die Entwickelungsfolge und den stofflichen Zusammenhang. Als Ausgangspunkt dient dabei die äußerlich erkennbare, oben beschriebene Stufe der Reife, wie sie bei dieser Form in der Violettfärbung der dem Licht ausgesetzten Teile vorliegt. Die Tatsache, daß Abschluß vom Licht und mechanische Hemmung wie in unseren früheren Versuchen hier durch den Zusammenbau des Fruchtstandes die volle Reife verhindern, bedarf dabei keiner weiteren Untersuchung.

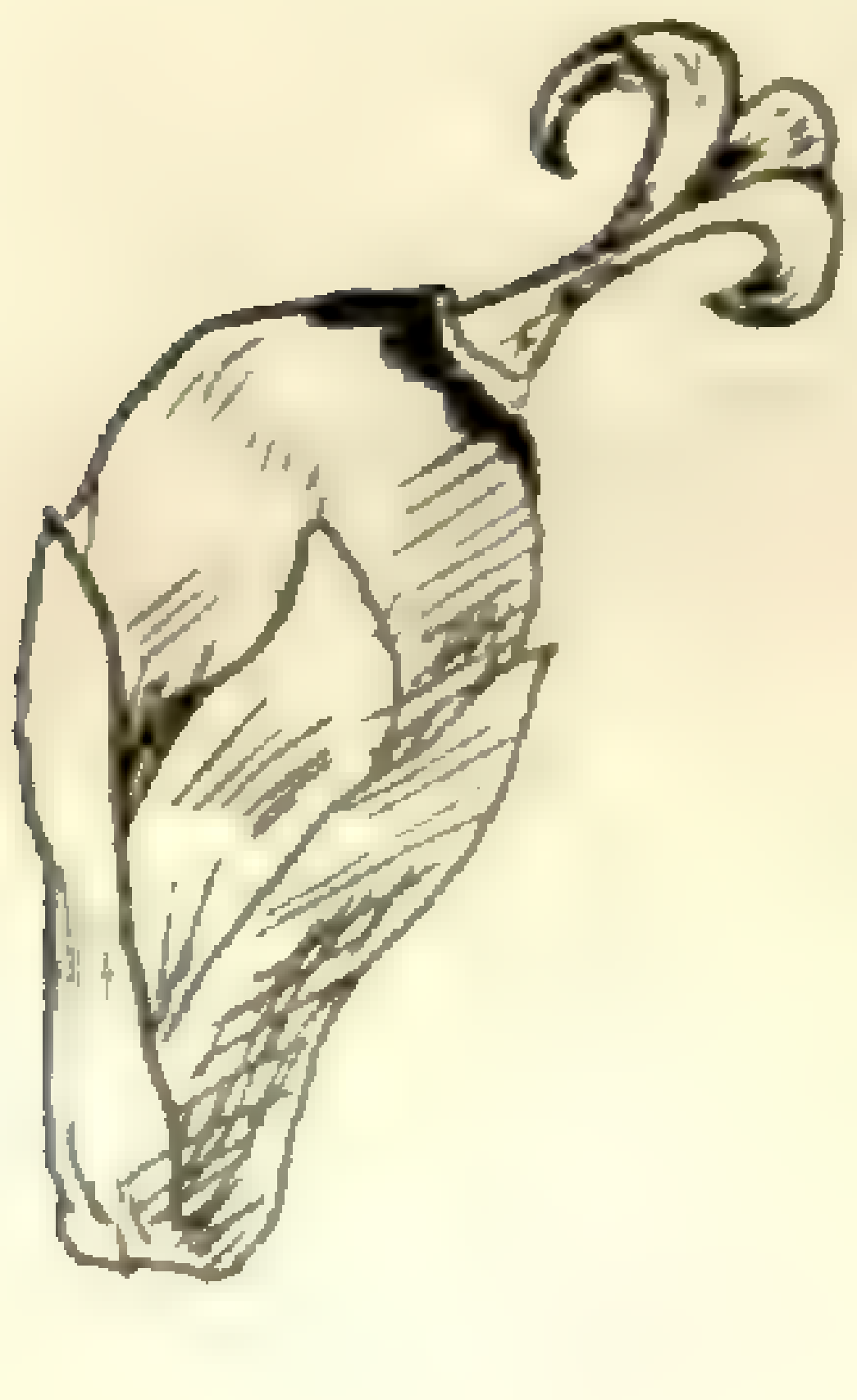
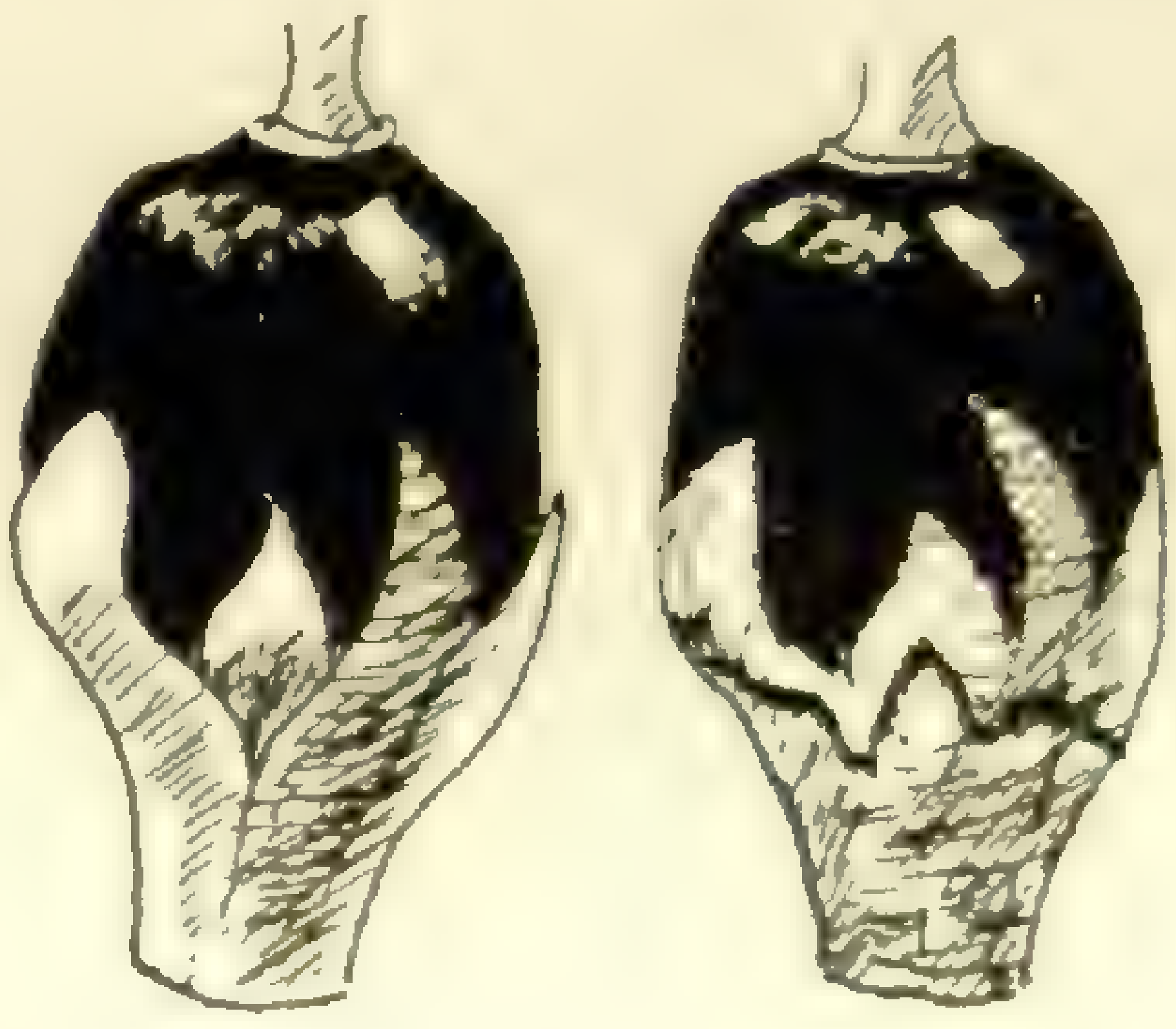


Abb. 1.


(a) Abb. 2. (b)

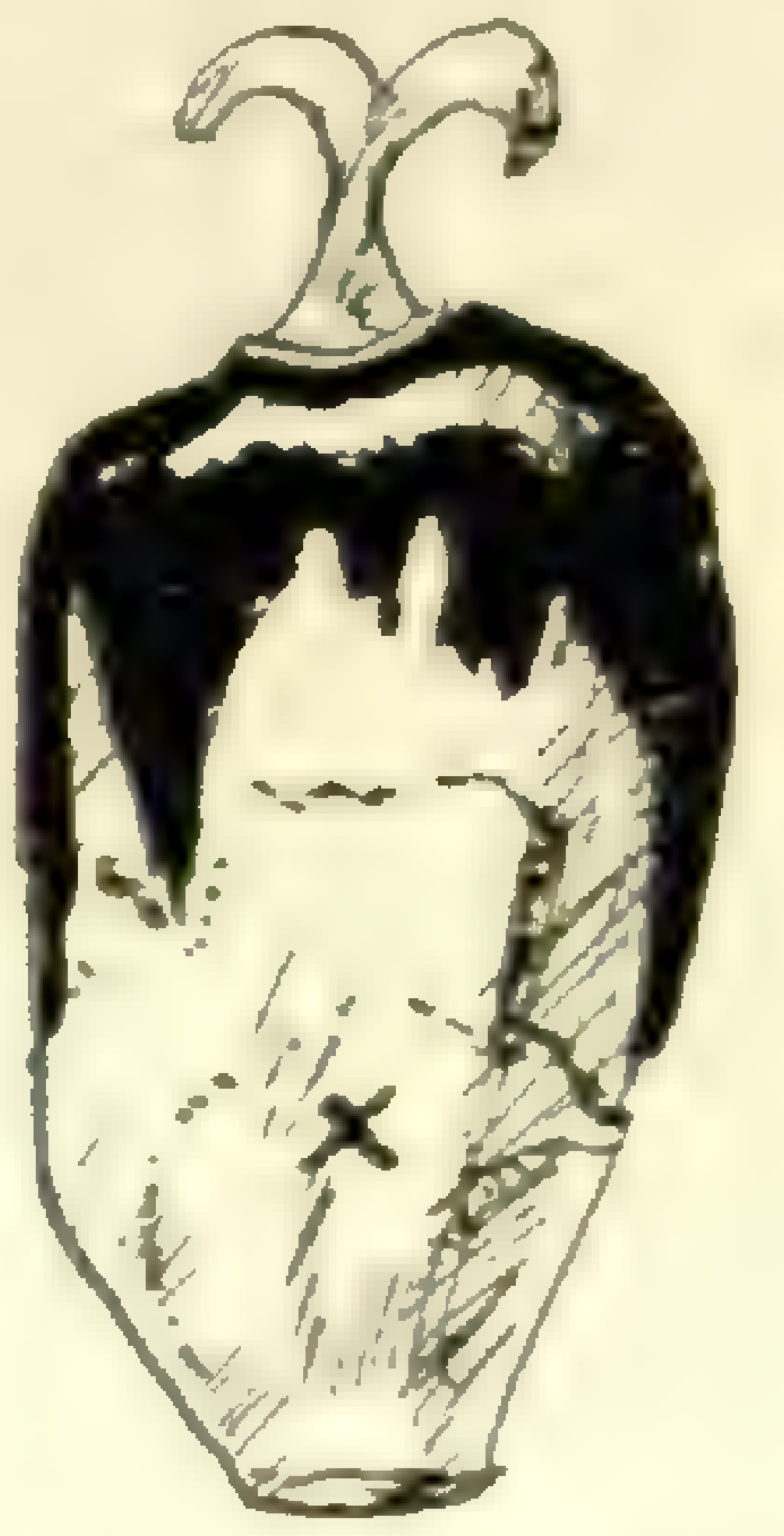


Abb. 3.

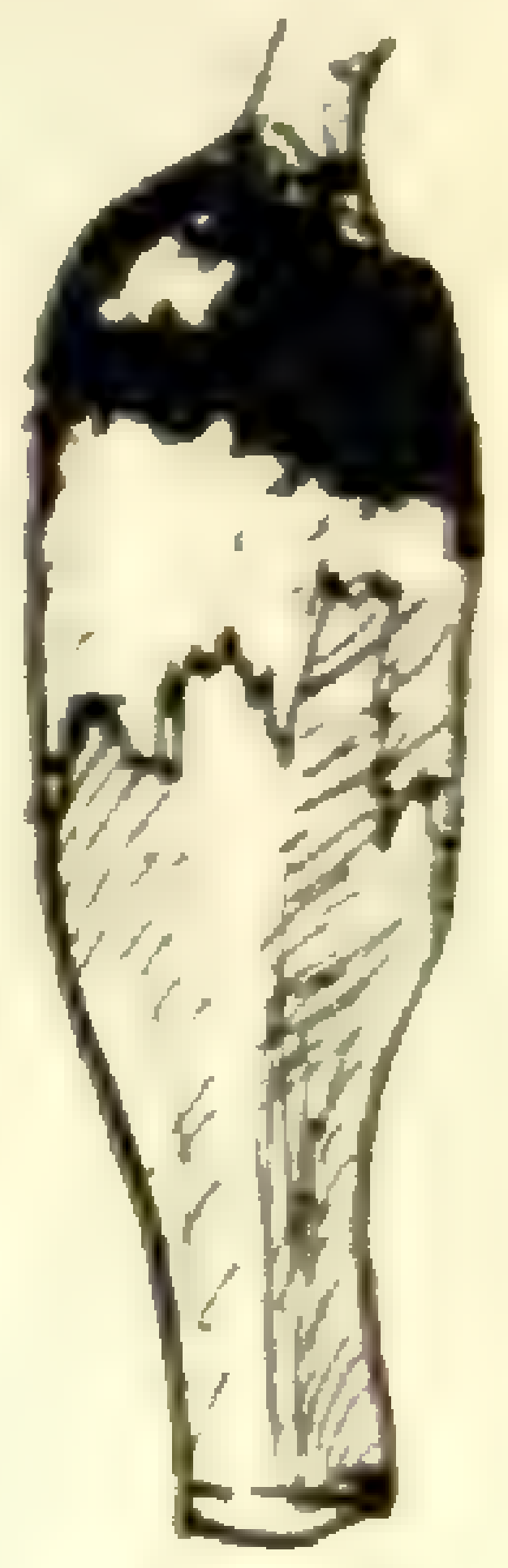


Abb. 4.

Abb. 1. Frucht im Beginn der Reife: über dem Kelch gelbrot (Carotin) unter dem Griffel schwarzviolett (Anthozyan). Nat. Gr.

Abb. 2. Fast reife Frucht mit Kelch (a) und ohne (b). Oben schwarzviolett, unter dem Kelch purpurn (Abdruck der Kelchblattzipfel), unten hellgelb (die schwarze Linie ist eingetragen!). Nat. Gr.

Abb. 3. Ähnlich 2b. Farbfolge von oben nach unten: Schwarzviolett-purpurn-orange-hellgelb (bei × Druckstelle! Zwei Linien sind eingetragen). Nat. Gr.

Abb. 4. Stark gedrückte Frucht, vom Kelch befreit. Farbfolge: Schwarzviolett-gelb (unterhalb der eingetragenen schwarzen Linie Druckzone!). Nat. Gr.

Es wurden eine große Anzahl von Einzelfrüchten von verschiedenen Stellen der Fruchtstände, verschiedener Größe und verschiedenem Alter vergleichend untersucht in je drei Regionen (Grund, Mitte, Spitze), auf deren Gehalt an Stärke, Fett und Carotin und Anthozyan. Die Früchte waren äußerlich vollkommen ungleich nach der Art ihres Herkommens usw. Es wurde an ihnen untersucht, ob sie gewisse übereinstimmende Wertigkeitsverhältnisse hinsichtlich der genannten Faktoren erkennen ließen. Es wird dabei selbstverständlich die relative Stoffmenge in verschiedener Höhe an einer Frucht bewertet, und das schon deshalb, weil die Unterschiede an Größe, Alter usw. innerhalb eines Fruchtstandes erheblich schwanken.

Zunächst lassen sich am Stande folgende Einzeltypen der Früchte unterscheiden:

a) Gelbe, kleinere = unreife verschiedenen Alters und verschiedener Stellung (Farbfaktoren: Fett und Carotin),
gelbe, größere = reifere, aber vielfach schlecht belichtete (Farbfaktoren: Carotin und Fett).

b) Unten rotgelbe, oben schwarzviolette, kleine = normal reifende, gut belichtete (Farbfaktoren: Carotin, Fett, Anthozyan) vgl. Abb. 2 u. 3,
größere = fast reife gleicher Art.

c) Orangerote, kleine und große Früchte = normal reife, aus Gruppe b hervorgegangene oder, wo schlecht belichtet, unter Überspringung dieser Stufe aus a (Farbfaktoren: Carotin und Fett).

Die Stärke findet sich vor der Reife reichlicher als mit und nach ihr. Sie verschwindet im Laufe der Fruchtentwickelung zuerst an der Spitze, sie hält sich in der breiten Mitte am längsten, während sie in der eingeengten Basis von vornherein geringer auftritt. Die Früchte mit Anthozyanbildung haben oben schon keine Stärke mehr, die kleineren (d. h. weniger günstig stehenden) verlieren sie noch früher als die großen. Die großen, rotgelben (normal reifen) Früchte haben nur noch in der Mitte wenig und am Grunde etwas Stärke.

Das fette Öl erscheint mit der fortschreitenden Reife von oben her und tritt stets wesentlich erst an den Stellen auf, wo die Stärke abnimmt. Es erscheint vor der Anthozyanbildung, ohne von ihr gefolgt werden zu müssen. Wo es schon einigermaßen vorhanden ist, ehe dort die Carotinbildung einsetzt, tritt es als äußerlich wirksamer Farbfaktor auf.

Das Carotin macht sich mit dem Fortschreiten der Reife von unten her aufsteigend bemerkbar, wobei es im allgemeinen gleichfalls an die Stelle der Stärke tritt. Es ist unabhängig vom Auftreten des Anthozyans; wo dieses aber vorübergehend erscheint, da wird es mit seiner Abnahme erst von der lebhaften, vorher nur schwachen Carotinbildung abgelöst. Stärke und Carotin begegnen sich beim Reifeprozeß in der Mitte der Frucht.

Das Anthozyan findet sich nur an dem Licht ausgesetzten Früchten und Teilen solcher, wo es dann zuerst oben und weiter abwärts mit der im Laufe des Wachstums eintretenden Entblößung der Frucht sichtbar wird (vgl. Abb. 1—4). Es ergiebt sich scheinbar ein Parallele mit dem Auftreten des Fettes, insofern als die Fettmengen in den auf der Anthozyanstufe stehenden Früchten größer sind als in gleich großen gelben. Tatsächlich findet sich aber die Fettbildung bei den sämtlichen Früchten in einer unleugbaren Beziehung zu der stärksten Carotinbildung, also auch da, wo die Anthozyanstufe fehlt. Die Carotinbildung wird aber von der Anthozyanstufe vorübergehend aufgehalten, die Zunahme des Carotins tritt mit dem Schwinden des Anthozyans in eine auffallende Periode der Steigerung.

Wie eingangs erwähnt, bietet der Fruchtstand von *Elaeis* einzelnen der Früchte Bedingungen ungleichster Art, und zwar solche, die sich denen in früher von uns vorgenommenen Versuchen an andern Gegenständen leicht anschließen; es sei hier noch kurz darauf eingegangen. Im Fruchtstand entstehen vielfach Druckstellen (Abb. 3); ganze einzelne Früchte bleiben in der Entwickelung zurück, werden durch andere gehemmt. Daher erklärt sich zum Teil die verschiedenartige Form der Früchte. Lange, schmale, mehr rüben- als krugförmige Einzelfrüchte sind derartig ungünstiger gestellte (vgl. Abb. 4). An den gehemmten (Druck-) Stellen wird der Reifevorgang aufgehalten: Äußerlich erhält sich länger die hellgelbe Farbe, d. h. eine Färbung, die vom Öl. nicht vom Carotin hervorgerufen wird. Ebenso unterbleibt an diesen Stellen auch die Anthozyanbildung. Dagegen bleibt die Stärke länger erhalten. Erst sehr spät, wenn im übrigen die (meist ja nicht gerade gut entwickelte Frucht im übrigen vor der Vollreife steht, tritt auch an den vorher zurückgebliebenen Stellen die Carotinbildung (also unter Überspringung der Anthozyanstufe!) auf. Dies Verhalten ist eine ausgezeichnete Parallele zu dem von uns in den Versuchen an *Momordica* gefundenen Ergebnis (l. c. S. 503). Um hier noch zur Anthozyanbildung ein weiteres hinzuzufügen, sei erwähnt, daß an den anfangs ja fast völlig und später je nach dem Grad der Entwickelung (bez. Stellung) mehr oder weniger in die Kelchblätter eingehüllten Früchten sich nach Ablösung der Blättchen zwei Zonen erkennen lassen: in einer oberen, in der sich die Kelchblätter schon abheben, erstreckt sich eine Zone von Anthozyan, begleitet von Carotin, mit Purpurrot abwärts von der schwarzvioletten Zone an; darauf folgt tiefer die nur von Öl (hellgelb) gefärbte Partie (vgl. Abb. 2 und 3).

Ist hiernach die Carotinbildung, wie früher gezeigt, im Reifevorgang als ein mit Beendigung gewisser Wachstumsvorgänge auftretender Prozeß kenntlich, so fragt sich im Vergleich mit dem Früheren, an welchen Abbauvorgang sich die Bildung des Farbstoffs im engeren anschließt. Bei den anfangs grünen Früchten von *Momordica* ließ sich wie auch sonst glaubhaft machen, daß die Zersetzung des Chlorophylls (und daneben anderer Zellbestandteile) stets voranging, und daß auch die Bildung des Carotins an den Trägern des Chlorophylls erfolgte. Bei der *Elaeis* ist nun das Vikariieren des Carotins mit der Stärke ebenso deutlich, es konnte indessen bei der Kleinheit der einzelnen Farbstoffkörper nur vermutet, nicht nachgewiesen werden, daß die Ausscheidung des Carotins etwa auch an den Stärkebildnern vor sich geht.

Die Aufeinanderfolge der Zellinhaltsstoffe bei der Reife von Früchten ist ein Gebiet, das wertvolle Rückschlüsse auf stoffliche Zusammenhänge gestattet. Es kann freilich nur durch mikroskopische und mikrochemische Untersuchung aufgehellt werden. Zur Erkennung der Mechanik, der Bedingungen und Bedeutung der Vorgänge dienen neben Versuchen, wie sie früher angestellt wurden, auch die Beobachtungen an den Fruchtständen, die ganz ähnliche Verhältnisse bieten. Bei *Elaeis* läßt sich im Einklang mit dem Verhalten an *Momordica* schließen, daß Stärke, die in der unreifen Frucht zum Abbau bereit liegt, sich dem Ende ihres Verbrauchs nähert, wenn (Anthozyan bez.) Carotin als Zeichen der Reife erscheinen. Mit diesen Hand in Hand tritt mehr und mehr der spätere Speicherstoff der Frucht, das Öl, auf. Es füllt die Zellen des Fruchtfleisches, in denen mit anderem Inhalt die Stärke sich zersetzt. Sie wird im Wachstum der Frucht verzehrt, während gleichzeitig ein anderer Reservestoff zunimmt.

36. R. Kolkwitz: Über den durch Hefegärung entstehenden Druck.

(Eingegangen am 19. März 1921. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

Während die Lebensfähigkeit der Hefen und anderer Mikrobien durch hohe Drucke von tausenden von Atmosphären an sich nicht leidet, wird der durch Gärungs-Kohlensäure entstehende Eigendruck auf nur 12 Atmosphären oder etwas mehr angegeben. Der in Champagnerflaschen herrschende Druck beträgt noch weniger, meist nur 3½—5 Atm., doch handelt es sich hier lediglich um die durch Nachgärung entwickelten Druckkräfte.

Wenn man bedenkt, daß im Schlamm tiefer Seen bei einem Wasserdruck von 30 Atm. und mehr lebende Hefezellen vorkommen und offenbar normal vegetieren, so wird man den oben angegebenen Wert für den Gärungsdruck als verhältnismäßig niedrig bezeichnen müssen, zumal die durch Zusammenwirken von Marmor und Salzsäure erfolgende, freilich ganz anders geartete Kohlensäurebildung durch Druckkräfte überhaupt kaum sistiert werden kann. Es schien deshalb Erfolg versprechend, durch geeignete Versuchsanstellung bedeutend höhere Gärdrucke nachzuweisen, was in der Tat auch gelang.

Der für die vorliegenden Versuche konstruierte Apparat[1]) ist auf Seite 220 in ½ nat. Größe abgebildet. Er besteht aus zwei miteinander verbundenen Glaskugeln[2]), an welche nach der einen Seite ein geschlossenes Manometer von ca. 2 mm lichtem Durchmesser und 24 cm Länge angeschmolzen ist, während am anderen Ende das Halterohr eines Metallventiles mittels Bleiglätte eingekittet ist. Die Ventilschraube sitzt in einem viereckigen Metallklotz und läßt sich nach Art des Verschlusses der Stahlbomben für flüssige Kohlensäure mit seinem kegelartigen Ende an eine entsprechende Unterlage anpressen, wie es die Abbildung zeigt.

---

1) Der Glasteil des Apparates wurde von der Firma BLECKMANN & BURGER, Berlin, Auguststraße 3a, der Metallteil von der Firma LEPPIN & MASCHE, Berlin, Engelufer 17, gefertigt.

2) Zwei kleine Glaskugeln halten höheren Druck aus als eine entsprechend große Kugel.

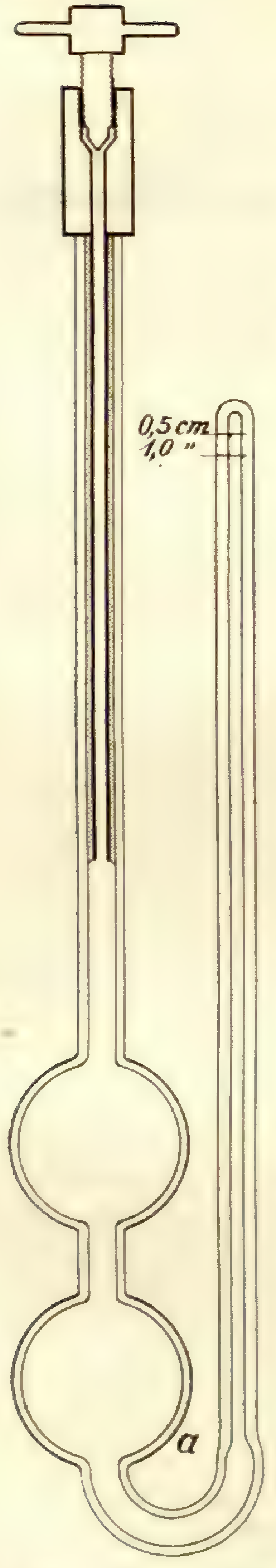


Abb.: Apparat zum Messen des Gärungsdruckes. ½ nat. Größe (Original).

Wenn der Apparat innen gut getrocknet ist, wird etwa bis zur Höhe von a Quecksilber und danach die Gärflüssigkeit mittels eines lang ausgezogenen Glasrohres eingefüllt. Diese Flüssigkeit hatte folgende Zusammensetzung:

Leitungswasser	ca. 50,0 ccm
Rohrzucker	ca. 10,0 g
Pepton	ca. 0,2 g
Nährsalz (z. B. v. d. Crone) .	ca. 0,1 g
Preßhefe	ca. 5,0 g

Der Apparat war nun vollkommen gefüllt und konnte durch Eindrehen der Ventilschraube fest verschlossen werden. Nach Einstellen in einen Brutschrank von 36,5 ° C. begann bald die Kohlensäureentwicklung, wodurch das Quecksilber in dem Manometer steigt. Da der Druck im umgekehrten Verhältnis zum Volumen zunimmt, beträgt er bei 12 cm Quecksilberhöhe = 2 Atm. (d. h. 1 Atm. Überdruck) und schließlich bei 23 cm (siehe die Marke 1 cm in der Abbildung) = ca. 24 Atm. (= 23 Atm. Überdruck). Bei 0,5 cm langer Luftsäule beträgt der Druck etwa 48 Atm.

Ein Druck von ca. 24 Atm. kann oft schon nach etwa 3 bis 4 Stunden erreicht werden. Er kommt dadurch zustande, daß die Lösung sich reichlich mit Kohlensäure sättigt (dem Vielfachen ihres Volumens) und außerdem freie Kohlensäure nach der Spitze des Apparates abgibt. Der hier entstehende Gasraum vergrößert sich in dem Maße, als das Luftvolumen im Manometer sich verringert. Er kann nicht größer als knapp 1 ccm werden, entsprechend dem geringen Inhalt der Manometerkapillare.

Mit weiterem Steigen des Quecksilbers können bei der bisherigen Glasstärke des Apparates fast 40 Atmosphären Druck innerhalb weiterer 3—5 Stunden und mehr erreicht werden. Es wäre nicht undenkbar, daß bei fortschreitender Vervollkommnung der Apparate beim Gären schließlich flüssige Kohlensäure unterhalb der kritischen Temperatur von 31,5° C. in der Nährlösung entsteht[1]). Wegen der Gefahr der Explosion wurde der Apparat in einen unten mit Watte gepolsterten starkwandigen Glaszylinder und außerdem in eine Holzkiste mit Drahtgewebe an einer Seite gesetzt.

Das allmähliche Nachlassen der Kohlensäureentwicklung wird offenbar weniger durch den hohen Druck als durch Narkose infolge reichlich gelöster Kohlensäure bedingt (ca. 1 Mol CO_2 im Liter). Auch der gleichzeitig vorhandene Alkohol kann mitwirken, ebenso organische Säure infolge der Tätigkeit etwa vorhandener säureproduzierender Bakterien. Wegen der relativ kurzen Dauer des Versuches ist die Säurebildung aber nur gering. Schneller Verlauf der Gärung und möglichst günstige Ernährung sind wichtige Bedingungen zur Erzielung hoher Druckwerte. Es scheint erwünscht, die Hefezellen nicht zu lange vollständigem Mangel an freiem Sauerstoff auszusetzen.

Der Alkohol kann vor seiner Bildung teilweise abgefangen werden, indem man das im Verlauf der Zuckervergärung entstehende Acetaldehyd nach NEUBERG und REINFURTH durch Calciumsulfit bindet; es ließen sich dadurch aber bis jetzt keine Vorteile erzielen, da das zugesetzte Kalksalz etwas verzögernd auf die Kohlensäurebildung einwirkt.

Der Versuch, die Druckerhöhung dadurch zu unterstützen, daß relativ große Mengen Quecksilber eingefüllt wurden und dieses beim Erwärmen im Thermostaten das Lumen im Manometer komprimieren half, führte nach den bisherigen Feststellungen zu keinem wesentlich anderen Resultat. Es hat sich bisher auch nicht die zwingende Notwendigkeit gezeigt, die Zahl der Glaskugeln am Apparat auf ein Mehrfaches zu vergrößern.

Bei den beschriebenen Versuchen ließ das mikroskopische Bild nach Abschluß des Experimentes eine Schädigung der älteren Hefezellen durch die Kontraktion des Protoplasmas deutlich erkennen, während die jungen Zellen homogen erschienen. Bei Übertragung in neue Nährlösung setzte unter normalem Druck eine zunächst nur relativ geringe Gärung ein.

Die vorliegenden Versuche lassen erkennen, daß normale Hefegärung auch unter relativ hohen Drucken möglich ist, daß man mithin unter anderem im Schlamm tiefer (europäischer) Seen keine physiologisch angepaßten Rassen der Mikrobien anzunehmen braucht, wie man es für die größten Tiefen der Ozeane getan hat.

---

[1]) Tatsächlich stieg nach neueren Versuchen der Druck bei Zimmertemperatur auf etwa 60 Atm.

Literatur.

Babo und Mach, Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirtschaft. Berlin. 1. Bd., 3. Aufl. 1909; 2. Bd, 4. Aufl. 1910.

Certes, A., Note relative à l'action des hautes pressions sur la vitalité des micro-organismes d'eau douce et d'eau de mer. Société de Biologie (Comptes rendus et Mémoires). Paris 1884. Série VIII, Bd. 1, S. 220. — Vergl. auch C. R. 1884, Bd. 99.

Certes, A et Cochin, D., Action des hautes pressions sur la vitalité de la levure et sur les phénomènes de la fermentation. Société de Biologie (Comptes rendus et Mémoires). Paris 1884. Série VIII, Bd. 1, S. 639.

Chlopin und Tammann, Über den Einfluß hoher Drucke auf Mikroorganismen. Ztschr. f. Hygiene 1903, Bd. 45, S. 171—204.

Chun, Carl, Aus den Tiefen des Weltmeeres. Jena. 2. Aufl. 1903, S. 231, 313, 435.

Evans, R., E., The influence of pressure on fermentation. Journal of the federated Institutes of Brewing, 1898, Bd. 4, S. 249—258.

Forel, F. A., Le Léman. 1892—1904, Bd. 2, S. 3 und 635;
Bd. 3, S. 142 u. 363.

Foth, Georg, Einfluß der Kohlensäure auf Gärung und Hefebildung. Wochenschrift f. Brauerei 1887, Bd. 4, S. 78. Vgl. ebenda 1889, Bd. 6, S. 263

Handwörterbuch der Naturwissenschaften 1912, Bd. 6, S. 779. (Mechanochemie.)

Krause, Paul, Über durch Pressung gewonnenen Zellsaft des Bacillus pyocyaneus nebst einer kurzen Mitteilung über die Einwirkung des Druckes auf Bakterien. Centralbl. f. Bakt, Abt. I, 1902, Bd. 31, S. 673—678.

Kruse, W, Allgemeine Mikrobiologie. Leipzig 1910, S. 150—152.

Lafar, F., Handbuch der technischen Mykologie. Jena 1904—1914.
Einfluß des Außendruckes: . . . . Bd. 1, S. 458.
Bestimmung des höchsten Gärdruckes: . . . . Bd 4, S. 135.
Aphrometer von Maumené u. Schaumweinbereitung: Bd. 5, S. 480.
Einfluß des Zuckergehaltes: . . . . Bd. 4, S. 119.
Bd 5, S. 423.
Einfluß der Kohlensäure: . . . . Bd. 4, S. 134.
Bd. 5, S. 433.
Einfluß des Alkohols: . . . . Bd. 4, S. 129.
Bd 5, S. 432.
Einfluß der Säuren: . . . . Bd. 4, S. 135.
Bd. 5, S. 424.
Einfluß der Phosphate: . . . . Bd. 5, S. 430.

Matthews, Ch., G., Über die Größe des Druckes, welcher durch Gärung in geschlossenen Gefäßen erzeugt wird. The Brewers Guardian 1887 ref. in Wochenschr. f. Brauerei 1887, Bd. 4, S. 380.

Melsens, Note sur la vitalité de la levure de bière. C. R. 1870, Bd. 70 S. 629—634.

Neuberg u. Reinfurth, Die Festlegung der Aldehydstufe bei der alkoholischen Gärung. Biochemische Ztschr. 1918, Bd. 89, S. 365—414.

Regnard, P., La vie dans les eaux. Paris 1891, S. 148 ff.

Roger, H., Action des hautes pressions sur quelques bactéries. C. R. 1894, Bd. 119, S. 963.

RUSSELL, H. L., Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bakterien. Ztschr. f. Hygiene 1892, Bd. 11, 175.

SCHRÖTER u. KIRCHNER, Die Vegetation des Bodensees. Lindau 1896, S. 16.

SLATOR, A., Untersuchungen bei der Hefegärung. Referiert in Ztschr. f. angew. Chemie 1908, Bd. 21, 2, S. 2188.

37. H. Lundegårdh: Zur Theorie der phototropischen Perzeption.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 22. März 1921. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Vor zwei Jahren habe ich in diesen Berichten (1919, S. 229) einige Versuche beschrieben, die geeignet waren, das Problem „Lichtrichtung oder Lichtabfall?“ der Lösung näher zu bringen. Seitdem habe ich meine Versuche in größerem Maßstab wiederholt, und ich möchte über die Resultate hier kurz berichten. Die Methodik habe ich schon in der früheren Mitteilung kurz geschildert. Auch bei den unten beschriebenen Versuchen wurde größte Sorgfalt bei der Vorbereitung und Weiterbehandlung des Materials (*Avena*) gepflegt. Sämtliche Pflanzen kamen nach der Reizung auf den Klinostat (im Thermostat). Die Reizung geschah vermittels eines feinen Bündels paralleler Lichtstrahlen (aus einem langen Kasten mit verschiebbarer linearer Lichtquelle und doppelten regulierbaren Spalten).

1. Tangentiale Beleuchtung, senkrecht zur Koleoptilachse. Der aus dem Beleuchtungsapparat kommende Lichtstreifen wurde mittels Mikrometerschrauben ganz tangential auf die Spitze des Koleoptils appliziert. Bei der Einstellung wurde eine rote Glasscheibe zwischen die Lichtquelle und den Spalt hineingeschaltet. Wegen der parabolischen Form der Koleoptilspitze kann nur ein sehr kleines Stück beleuchtet werden, in den folgenden Versuchen etwa 1,5—2 mm der äußersten Spitze oder aber eine Zone zwischen 1 und 4 mm von der Spitze. Die Helligkeit war 64 MK, die Reizung dauerte 2—30 Sekunden. Das Resultat wurde nach 3 Stunden bestimmt, indem die Objekte vom Klinostat abgenommen und photographiert wurden. Es wurden zwei Aufnahmen gemacht, in der Ebene der Lichtstrahlen und in der Ebene senkrecht dazu. Die wirkliche Krümmungsrichtung der Koleoptilen

geht aus den diesbezüglichen Winkelablenkungen durch eine einfache trigonometrische Berechnung hervor. Die Breite der beleuchteten Zone übertraf nicht die Dicke der Wandung der Koleoptilröhre. — Die Krümmungsrichtung ist unten als Ablenkung von der Richtung der einfallenden Lichtstrahlen (a in Abb. **1**), nach der Lichtseite hin, angegeben.

Tabelle I.

Versuche mit tangentialer Beleuchtung.

Nr.	Reizdauer	Zahl der Pflanzen	Krümmungsrichtung	Krümmungsstärke	Art der Belichtung
1	2 Sek.	7	18,6°	27,3°	1,5—2 mm der Spitze
2	3,5 „	6	26,6°	35°	1,5—2 mm der Spitze
3	3,5 „	7	25,4°	27°	3 mm Zone 1 mm hinter der Spitze
4	3,5 „	4	27,7°	24,5°	3 mm Zone 1 mm hinter der Spitze
5	6 „	7	37,2°	20,7°	2 mm der Spitze
6	7,5 „	4	37,4°	39°	2 mm der Spitze
7	8,5 „	7	41,6°	21°	1 mm hinter der Spitze
8	8,5 „	5	44,9°	14°	1 mm hinter der Spitze
9	9 „	6	37,8°	22,7°	2 mm der Spitze
10	20 „	4	67,7°	30°	1 mm hinter der Spitze
11	25 „	3	66,6°	12°	1 mm hinter der Spitze

Die mitgeteilten Krümmungszahlen sind Mittelwerte. Sie zeigen, daß bei kurzer Reizzeit die Krümmungsrichtung sehr wenig von der Richtung der einfallenden Lichtstrahlen abweicht (bei 2 Sek. 18,6°, bei 3,5 Sek. im Mittel 24,1°). Je länger die Reizzeit gewählt wird, um so größer fällt die Ablenkung aus, bei 6—7,5 Sek. Reizung ist sie im Mittel 37,3°, bei 8,5—9 Sek. 41,25°, bei 20—25 Sek. 67,1°. Eine Erklärung der Ergebnisse ist die folgende.

Die Einfallsrichtung der Lichtstrahlen gibt nicht die Richtung der Strahlen in der Koleoptilröhre an. Die letztere ist im obersten Teil so durchsichtig, daß das Licht nicht sehr zerstreut wird. Man kann z. B. durch die Koleoptilröhre hindurch gut fette Druckzeichen lesen oder sie photographieren. Dies beruht auf der relativen optischen Homogenität des Zellinhaltes und der Zellwände und auf relativer Armut an Interzellularen, wie dies auch das anatomische Bild zeigt. An der Oberfläche der Koleoptile wird ein Lichtstrahl natürlich abgelenkt. Die Koleoptile „sieht“ deshalb das Licht nicht in der Richtung des einfallenden Strahles. Wenn wir für die Koleoptilspitze einen Brechungsindex von 1,48

(= den von SENN für das Plasma gefundenen Wert) annehmen, so wird für verschiedene Einfallswinkel die Ablenkung wie folgt:

Einfallswinkel	30°	45°	60°	85°
Ablenkung von der Einfallsrichtung	10°15′	16°30′	24°11′	42°50′

Bei tangentialer Beleuchtung fallen die Strahlen unter großen Winkeln ein. Aus dem Diagramm Abb. 1 erhellt, daß bei Beleuchtung von einem Viertel des Koleoptildurchmessers Winkel von 30°—90° in Frage kommen, also, nach dem obigen, Ablenkungen von 10°15′—42°50′ (Strahlen von mehr als 85° Einfallswinkel kommen wohl wegen der starken Reflektion kaum zur Geltung).

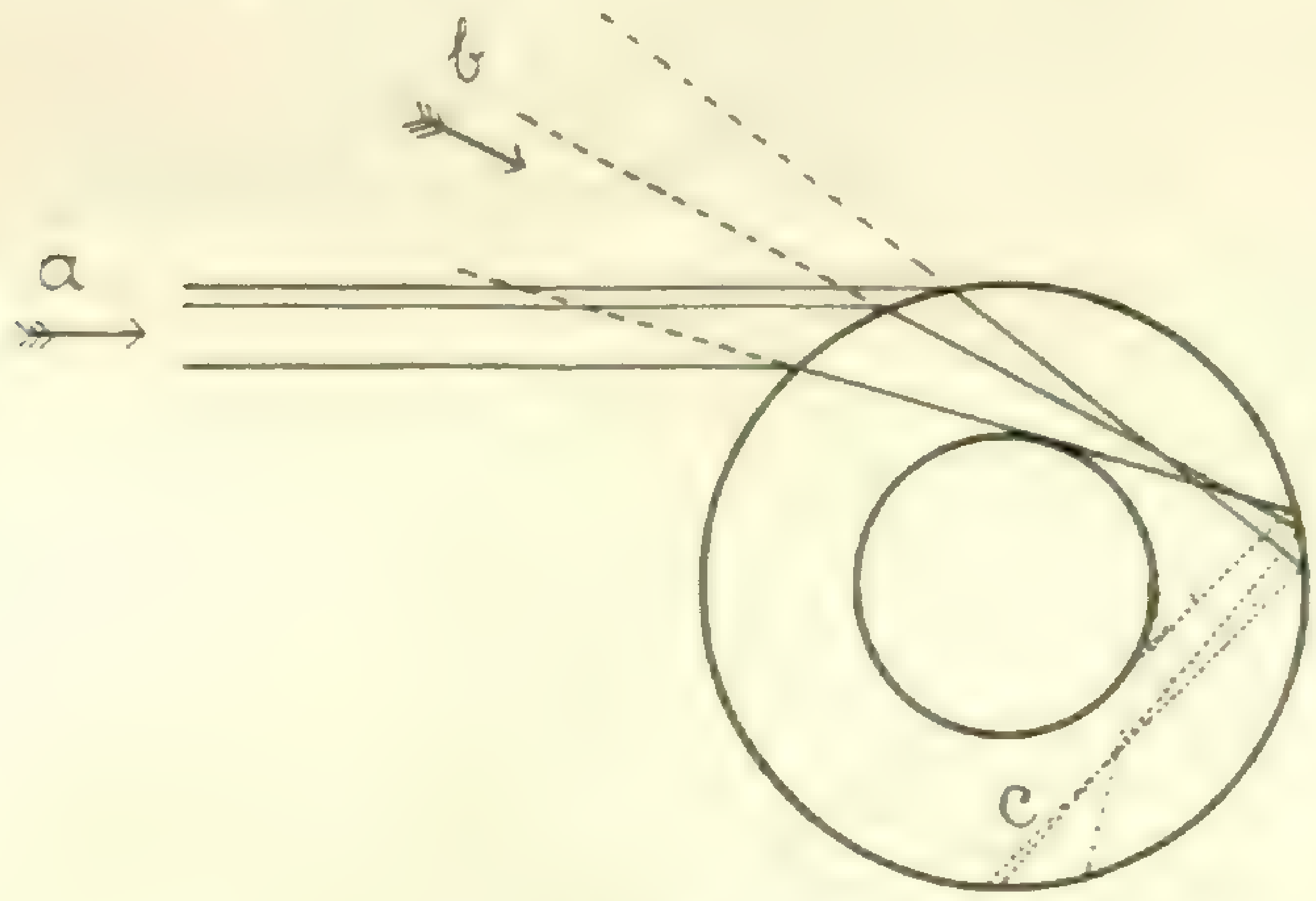


Abb. 1.

In den oben geschilderten Versuchen wurde aber zumeist nur eine ganz schmale Tangentialzone beleuchtet, für uns kommen also Einfallswinkel von höchstens etwa 45° in Betracht. Die Koleoptile „sieht“ nun (unter den erwähnten Voraussetzungen) dies tangential einfallende Bündel als ein divergierendes Bündel von Strahlen, die von der Einfallsrichtung um 16°30′—42°50′ abweichen (siehe Abb. 1).

Die Versuche in Tabelle I vertragen sich sehr gut mit der Annahme, daß die Richtung des die Koleoptilsubstanz durchschneidenden Lichts für die Perzeption maßgebend ist. Die bei kurzer Reizung beobachtete Krümmungsrichtung 18,6°—27,7° fällt ja innerhalb des Spielraumes 16°30′—42°50′, und zwar nahe dessen unterer Grenze. Eine bessere Übereinstimmung kann man nicht verlangen. Für die Lichtabfallstheorie ist das Ergebnis entschieden ungünstig. Man sollte, wenn diese richtig wäre, eine Krümmungsrichtung bekommen haben, die von der Einfallsrichtung um

45°—90° abwich. — Worauf beruht es denn, daß die Ablenkung der Krümmungsrichtung mit steigender Reizzeit zunimmt? —

Offenbar hat man hier an die innere Reflektion und Streuung der Strahlen zu denken. Die Koleoptile ist zwar sehr durchsichtig, aber doch nicht durchaus homogen. Die Zellorgane. die Zellwände und die längsgehenden Interzellularen streuen das Licht bis zu einem gewissen Grade nach allen Richtungen hin, und der vom Licht getroffene Teil muß deshalb als sekundäre Lichtquelle wirken, was natürlich eine Krümmung mehr weniger senkrecht zur Einfallsrichtung des primären Lichts auslöst. Schon durch Reflektion der primär gebrochenen Strahlen an der hinteren Wand der Koleoptile (siehe Abb. 1) wird eine Ablenkung von etwa 135° erzielt. Bei kurzer Reizung fällt dieses Sekundärlicht unter der Reizschwelle, bei längerer Reizung muß es aber zum Einfluß kommen und hierin haben wir höchst wahrscheinlich die Ursache der Vergrößerung des Ablenkungswinkels zu sehen. Es soll auch bemerkt werden, daß schon bei etwa 10 MKS die maximale Krümmung erreicht wird und daß bei größerer Reizmenge die Krümmung wieder geringer ausfällt. Dies ist wahrscheinlich eine beitragende Ursache der geringen Krümmungsstärke bei den größeren Lichtmengen (siehe Tabelle I). Die wirksame Lichtmenge ist allerdings bei tangentialer Beleuchtung sehr schwierig zu ermitteln.

Wegen der hier kurz angedeuteten Verhältnisse besitzen Versuche wie diejenigen von NIENBURG (1918) und BUDER (1920), die bei Dauerbeleuchtung angestellt sind, wenig Wert. Reflektiertes Licht, Nutationen, vielleicht sogar negativ phototropische Krümmungen könnten bei ihren Versuchen mit hineingespielt haben. Betreffs der von BUDER (diese Berichte 1920, S. 10) mit der „Lichtsonde“ angestellten sogen. „Fundamentalversuche“ ist zu bemerken, daß abgeschnittene und durch Ausziehen des Laubblattes haptisch gereizte Koleoptilen ein sehr ungeeignetes Material abgeben. Als eine wesentliche Fehlerquelle in BUDERs Versuchen betrachte ich die innere Lichtreflektion. Mit der „Lichtsonde“ wird ja nur ein sehr kleines Stück unterhalb der Scheitel beleuchtet. Da die größte Empfindlichkeit in einer nur $^1/_4$—$^1/_2$ mm tiefen Scheitelzone ihren Sitz hat, wie ich quantitativ festgestellt habe, so dürfte das von dem beleuchteten Fleckchen nach hinten reflektierte Licht völlig ausreichend gewesen sein, um eine Perzeption auszulösen, die stärker war als die durch direkte Beleuchtung des weniger empfindlichen Teiles hervorgerufene.

2. Halbseitige Beleuchtung von oben her. Bei diesen

Versuchen wurde genau die Hälfte der Koleoptile von einem Bündel von genau parallelem Licht getroffen. Auch hier erfolgte die Einstellung unter Vorschaltung einer roten Glasscheibe. Die Reizzeit bewegte sich innerhalb ähnlicher Grenzen wie bei den Versuchen mit tangentialer Beleuchtung. Die Reaktion wurde nach 3—4 Stunden geprüft.

Tabelle II.

Versuche mit halbseitiger Beleuchtung von oben.

Nr.	Zahl der Pflanzen	Reiz-dauer	Nach der Lichtseite gekr.	Nicht gekr.	Nach der Schattenseite gekr.
1	6	2—7 Sek.	1	3	2
2	8	3—7 „	5	2	1
3	4	4—5 „	2	0	2
4	6	1—3 „	3	2	1
5	9	5 „	4	3	2
6	6	8—20 „	2	1	3
7	8	10 „	0	8	0
8	9	10 „	6	3	0
9	8	10 „	2	1	5
10	9	5 - 12 „	3	3	3
11	8	2 - 4 „	2	4	2
Sa.	81		30	30	21
		Mittlere Kr.-Stärke	17,75°	0°	14,65°

Wäre die Lichtabfallstheorie richtig, so sollte ich eine weit überwiegende Reaktion nach der belichteten Seite bekommen haben. Denn die benutzten Lichtmengen sind hinreichend, um eine ansehnliche Reaktion auszulösen, wenn nur die Lichtstrahlen wenige Grad schräg einfallen (in drei Versuchen mit zusammen 21 Pflanzen reagierten bei 12° von vorn einfallendem Licht und 2—6 Sek. Reizung 16 positiv mit einer Krümmung von M. = 28,1°). Eine beträchtliche Anzahl bleiben jedoch ungekrümmt (37 pCt.) und von den beobachteten Krümmungen beruht die Mehrzahl sicher auf Nutationen, sonst wäre es unverständlich, daß 40 pCt. der Krümmungen auf die Schattenseite fallen (die gewählten Lichtmengen fallen ins Gebiet der positiven Reaktion). Das geringe Übergewicht der Krümmungen nach der Lichtseite hin in Zahl und Stärke erklärt sich wiederum aus der Lichtbrechung. Ein senkrecht von oben einfallender Strahl trifft die parabolische Spitze unter teilweise sehr großen Winkeln, was eine Ablenkung zur Folge haben muß. Die Koleoptile „sieht“ die Lichtquelle nicht im Zenith.

sondern etwas nach der Lichtseite hin verschoben, die Strahlen im Innern schneiden also die Längsachse, was eine Perzeption zur Folge hat (siehe das Diagramm in Abb. 2).

Die hier mitgeteilten Versuche mit halbseitiger Beleuchtung von oben her bestätigen meine früheren Versuche (1919, S. 234). Inzwischen ist BUDER (1920, S. 15) mit ähnlicher Methodik zu ganz entgegengesetzten Resultaten gekommen. Leider sind seine Angaben auch betreffs dieser Versuche sehr unvollständig, er scheint jedoch hier wiederum Dauerbeleuchtung benutzt zu haben.

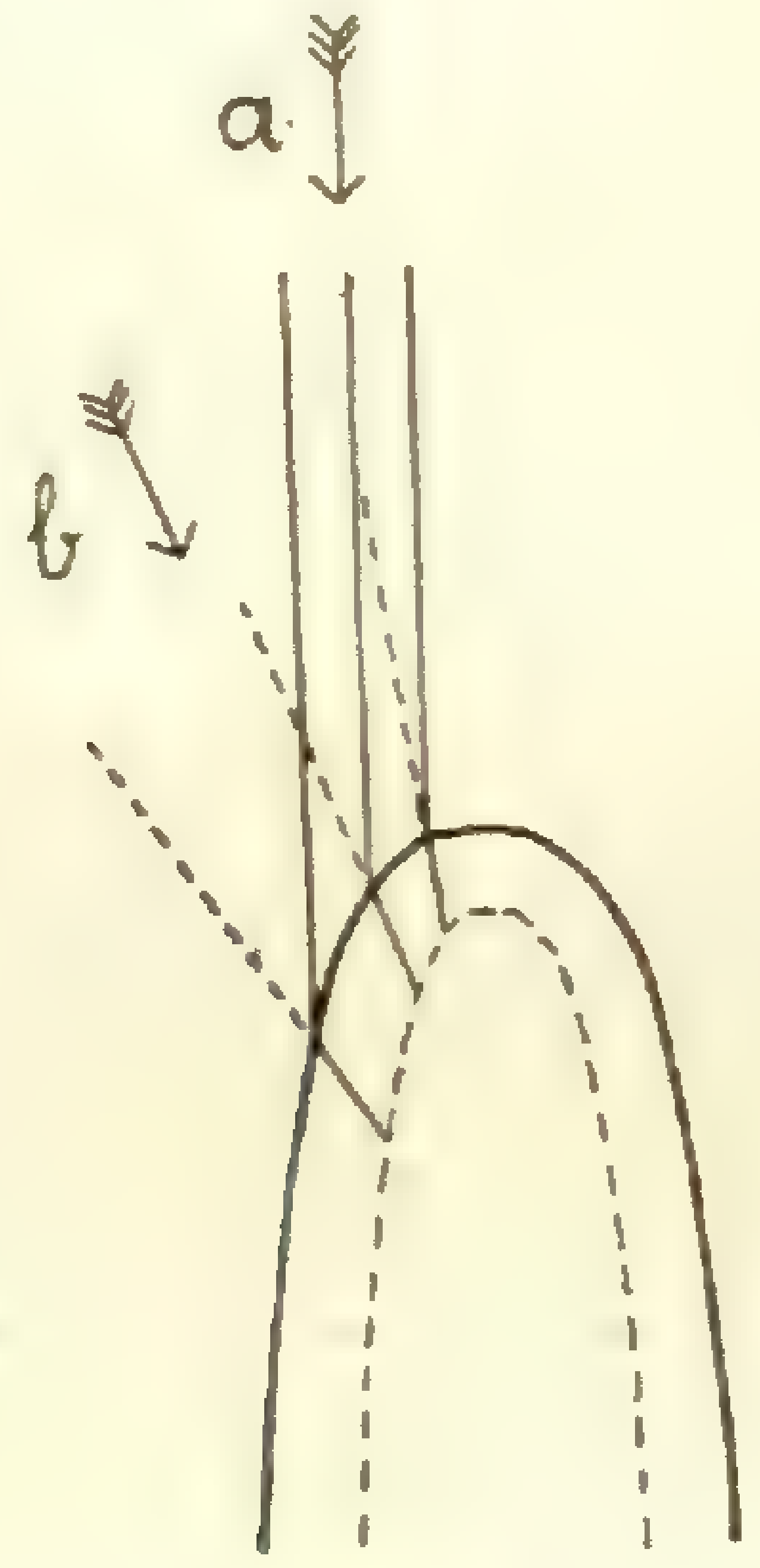


Abb. 2.

Aus diesem Umstand, und da er die durch Lichtbrechung verursachte Ablenkung der einfallenden Strahlen nicht berücksichtigt, kann ich seinen Versuchen keine Beweiskraft beilegen.

3. Die im vorstehenden geschilderten Versuche lassen sich vom Standpunkt der Theorie von der Lichtrichtung als Reizmoment restlos erklären. Die Versuche zeigen, daß die Perzeption nicht auf bloßen Helligkeitsdifferenzen beruhen kann: Strahlen müssen die Koleoptilachse schneiden und die Richtung der Strahlen ist für die Perzeption maßgebend. Wenn nur diese Forderung erfüllt ist, bleibt es ohne Belang, ob die Strahlung von einer äußeren Lichtquelle oder von einem sekundär leuchtenden Teil des Organs selbst ausgeht.

Die bisher vorgebrachten „Beweise“ für die Theorie der bloßen Helligkeitsdifferenzen lassen sich, wenn man die Brechung und Reflektion des Lichts im Organinneren gebührend berücksichtigt, in Beweise für die Lichtrichtungstheorie verwandeln[1]). Dagegen können solche Versuche wie die von mir geschilderten niemals durch die Theorie der Helligkeitsdifferenzen erklärt werden.

Gegenwärtig ist die letztere Theorie eng mit der von BLAAUW u. a. entwickelten Vorstellung verknüpft, daß an den Licht- und Schattenseiten verschiedene „Lichtwachstumsreaktionen“ entständen, was eine Krümmung zur Folge hätte. In dem vorhergehenden Aufsatz habe ich festgestellt, daß die Lichtwachstumsreaktion nicht Ursache der Krümmung ist. BLAAUWs Theorie hält nicht stand vor den Tatsachen, und sie kann nicht als Stütze der mehrerwähnten Perzeptionstheorie (mit der sie übrigens nicht unbedingt zusammenhängen muß) vorgeführt werden.

Für das von mir benutzte Objekt (*Avena*) ist also sowohl die Lichtabfalltheorie als auch die Theorie BLAAUWs abzulehnen. Wie sich andere Objekte verhalten, bleibt zu untersuchen. Die vorstehenden Ausführungen dürften gezeigt haben, wie notwendig es ist, die Reaktionsweise des Objekts genau (quantitativ) zu kennen, ehe man weittragende Schlüsse aus seinen Versuchen zieht.

---

1) Betreffs BUDERs „Inversionsversuch“ (diese Berichte 1918, S. 103) muß man u. a. verlangen, daß der Einfluß des fremden Mediums auf die Reaktionsart untersucht wird. Es ist sehr wünschenswert, daß dieser interessante Versuch unter Vermeidung aller Fehlerquellen wiederholt wird.

38. A. Nestler: Einige Beobachtungen an der Paprikafrucht.

(Eingegangen am 11. April 1921. Vorgetragen in der Maisitzung.)

I. Schneidet man frische, an der Pflanze befindliche, vollständig unversehrte (nicht etwa von Schnecken oder anderen Tieren angefressen oder auf andere Weise verletzte) *Capsicum*-Früchte (verwendet wurden zwei Kulturrassen von *Capsicum longum*, deren Früchte ausgewachsen 9—12 cm lang waren und an der Basis 2—3 cm Durchmesser hatten), der Länge nach auf, so findet man sehr oft die den Hohlraum auskleidende Innenepidermis samt den Scheidewänden mit zahlreichen Wassertropfen bedeckt. Die Menge des Wassers ist mitunter so groß, daß es beim Neigen der Frucht förmlich herausfließt.

Diese Beobachtung wurde zu einer Zeit gemacht, als die Samen bereits ausgebildet waren. Ob eine solche Benetzung auch in einem früheren Entwickelungsstadium der Frucht vorkommt und vielleicht irgendeine biologische Bedeutung hat, kann ich nicht angeben.

Man denkt hier natürlich sofort an die ähnliche Erscheinung bei einigen tropischen Pflanzen, an das Kelchwasser von *Spathodea campanulata, Nicandra phyraloides* u. a.[1]). Hier wird „auf der Innenseite des sackartigen, vollständig geschlossenen Kelches, von zahlreichen Trichomhydathoden reichlich Flüssigkeit abgesondert, in der sich die Entwickelung der Blumen- und Geschlechtsblätter geschützt vollzieht“.

Das zuerst von MOLISCH[2]) beobachtete und näher untersuchte Wasser in den Blütenknospen von *Aconitum variegatum* L. wird „entweder von einzelligen, langgestreckten, als Hydathoden wirksamen Haaren an der inneren Oberfläche der Kelchblätter ausgeschieden, oder es tritt durch die Epidermiszellen selbst aus“. —

Die Innenepidermis der Paprikafrucht hat keine Hydathoden, weder Spaltöffnungen noch Trichome; zwischen Gruppen oder Nestern von verholzten Zellen liegen zartwandige, mehr oder weniger zusammengedrückte Zellen. Auch die Fruchtscheidewände zeigen an den Ansatzstellen denselben Bau wie die Innenepidermis, an den übrigen Teilen fehlen die Sklereiden; zwischen beiden Epidermen der Scheidewände liegt ein lockeres, zartwandiges Parenchym mit zahlreichen Interzellularen. —

---

[1]) G. HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie 1904, S. 441.

[2]) H. MOLISCH, Über den Wasserkelch der Blütenknospe von *Aconitum variegatum* L. Diese Berichte 1920 S. 341.

Nach außen hin ist die Fruchthaut von spaltöffnungsfreien, trichomlosen Epidermiszellen bedeckt, die eine mächtige, bis 25 μ dicke Außenmembran besitzen; unter der ununterbrochenen Kutikula liegen bis 15 μ dicke Kutikularschichten.

Ganz abgesehen davon, daß unter der Epidermis noch ein bis 7 Zellagen dicker, collenchymatischer Kork liegt, wird man aus dem Baue der Epidermiszellen schließen können, daß ein Austritt von Wasserdampf zum mindesten sehr erschwert ist[1]). Ein Eindringen des Wassers von außen nach innen ist wohl ausgeschlossen.

An der Spitze der reifen Frucht erscheint die Ansatzstelle des Griffels bzw. der Griffelkanal vollständig verwachsen, also geschlossen.

Beachtenswert für die Abschließung der Frucht nach außen hin scheint mir folgender Versuch zu sein, den ich bisher allerdings nur an trockenen, jedoch noch an der Pflanze befindlichen Früchten einer Rasse von *Capsicum annuum* anstellen konnte. Ich wählte dazu solche Früchte, bei denen die Fruchtachse mit dem Fruchtstiele eine mehr oder weniger gerade Linie bildete. — Die mit dem mehrere Zentimeter langen Stiele abgeschnittene Frucht wurde so in ein Glasröhrchen mit heißem Wasser gesteckt, daß die Schnittfläche des Stieles nach abwärts gerichtet war. Durch die Wärme des Wassers wird die in der Frucht befindliche Luft ausgedehnt und sucht zu entweichen.

Falls irgendeine Öffnung in der Fruchtwand vorhanden wäre, so würde sich die Luft bei senkrechter Lage des Röhrchens naturgemäß nach aufwärts bewegen. Das ist aber nicht der Fall; es bildet sich nur an der Schnittfläche des Fruchtstieles ein sehr zierlicher, nach abwärts gerichteter Blasenstrom. Weder an der Spitze der Frucht noch an einer anderen Stelle ist ein Entweichen der Luft zu beobachten, ein Beweis, daß die Frucht vollständig nach außen hin abgeschlossen ist. — Das Wasser, welches durch die Gefäßbündel im dünnwandigen Parenchym der Fruchthaut zugeführt wird, kann also weder in flüssigem noch in gasförmigem Zustande (in letzterem Falle zum mindesten sehr schwer), nach außen gelangen; dagegen kann es nach innen, also in die Frucht-

---

1) Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie 1897, Bd. I, S. 99.

höhle in der einen oder anderen Form durch die oben erwähnten, zartwandigen Epidermiszellen ausgeschieden werden.

Das in gasförmigem Zustande hier vorhandene Wasser wird bei entsprechender Abkühlung der Frucht als Kondenswasser sichtbar werden.

So wird sich das auf der Innenepidermis in mehr oder weniger großen Menge vorhandene Wasser erklären lassen.

II. Untersucht man diese Wassertropfen mit dem Mikroskope, so findet man in ihnen zahlreiche größere und kleinere Tröpfchen, ferner scheinbar harte Kügelchen, die sich bei Zusatz von Jod gelb färben (ob Myelinkugeln, wie sie MOLISCH[1]) im Kelchwasser der Blütenknospe von *Aconitum variegatum* L. beobachtete, habe ich nicht geprüft). In der Regel kann man in diesem Wasser auch reduzierenden Zucker nachweisen, der wahrscheinlich auf osmotischem Wege den Zellen entnommen worden ist. (In dem Parenchym der Fruchthaut befindet sich bekanntlich viel Zucker, wie ein einfacher Versuch mittels α Naphthol + Schwefelsäure zeigt.)

Weiter findet man in diesen Wassertropfen mitunter in großer Menge Bakterien (keine Hefezellen, keine Pilzhyphen). Kulturen dieser Bakterien lassen sich sehr leicht anlegen.

Man braucht nur mit einem sterilisierten Glasröhrchen, das an dem einen Ende mit einem Wattepfropf verschlossen und am anderen in eine Kapillare ausgezogen ist, dieses kapillare Ende rasch über die Oberfläche der Innenseite der Frucht zu führen, nachdem man mit sterilem Messer eine genügend große Öffnung an der Fruchtwand angebracht hat. Das Übertragen der so aufgenommenen Flüssigkeit in eine PETRI-Schale ist nun sehr einfach. Ich fand bisher, soweit meine Untersuchungen reichen, stets zwei Kokkenarten von ungefähr 1,5 μ Durchmesser, nach der Farbe ihrer Kolonien als gelbe und rote unterscheidbar, letztere etwas größer als die gelbe.

Beide wachsen bei 20° C. sehr gut auf Gelatine, Agar und Kartoffel, keine Eigenbewegung, keine Gasentwickelung in Zuckeragar; bei Gelatine-Stich wachsen nur die an die Luft grenzenden Individuen; ebenso bei Schüttelkulturen. — Auffallend ist die Farbe des größeren Micrococcus namentlich auf Agar; sie gleicht vollkommen der roten Farbe des Paprikas, womit ich natürlich nicht sagen will, daß zwischen diesem Organismus und dem Farbstoff der reifen Paprikafrucht ein Zusammenhang bestünde. Das

---

1) H. MOLISCH, l. c. S. 341.

ist ein rein zufälliges Zusammentreffen. Der zweite Micrococcus zeigt auf allen Kulturen eine mehr weniger gelbe Farbe.

Möglicherweise gehören beide Formen zur Gruppe des Micrococcus roseus, der bekanntlich ein sehr verbreiteter Luftorganismus ist.

Es interessiert uns die Frage, wie diese Kokken in das Innere der vollkommen geschlossenen Früchte gelangen können. Ein Eindringen durch die Fruchthaut ist nach dem früher Gesagten vollkommen ausgeschlossen. Wahrscheinlich scheint es mir, daß sie gleichzeitig mit dem Vordringen des Pollenschlauches bei der Befruchtung in das Innere der Frucht gelangen, hier einen entsprechenden Nährboden finden und sich leicht vermehren können.

III. Sowohl die trockenen, als auch die noch ganz grünen, lebenden Früchte an der Pflanze — ich meine die großfrüchtigen *Capsicum*-Rassen — zeigen sehr oft in der Mitte oder im oberen Teile große Einbuchtungen, wie durch einen starken Druck hervorgerufen. Bei den ausgewachsenen, trockenen Früchten des Handels ist man geneigt, diese Deformierung als Folge der Eintrocknung aufzufassen. Da aber, wie gesagt, solche Formänderungen auch bei der frischen grünen Frucht an der Pflanze zu beobachten sind, muß die Ursache wo anders zu suchen sein.

Die Paprikafrucht ist bekanntlich eine bis 12 cm lange, meist kegelförmige aufgeblasene Beerenfrucht, die im basalen Teile vollständig gefächert (2—3fächerig), im oberen Teile infolge unvollkommener Ausbildung der Scheidenwände einfächerig ist. Es ist hier etwa von der Mitte bis zur Spitze ein einziger, bedeutender Hohlraum. Falls keine Verletzung der Frucht vorkommt, ist eine Verbindung des allmählich mit dem Wachstum der Frucht immer größer werdenden Hohlraumes mit der atmosphärischen Luft nach unseren Kenntnissen von der Durchlässigkeit katikularisierter Wandungen für Gase wohl nicht ganz ausgeschlossen, aber gewiß sehr erschwert, da keine Spaltöffnungen vorhanden sind[1]).

Man kann sich nun leicht mit Hilfe eines einfachen Manometers überzeugen, daß der Luftdruck im Innern der Frucht ein negativer ist; es findet ein deutliches Saugen statt, so daß die Differenz des Niveaus der beiden Quecksilbersäulen 1—2 cm beträgt. Da beim Durchbohren der Fruchtwand mit dem Glasrohr möglicherweise eine Verstopfung der Öffnung des Rohres stattfinden könnte, so empfiehlt es sich, etwa $\frac{1}{2}$ cm hinter dem Ende des Röhrchens noch eine zweite Öffnung seitlich in der Wand anzubringen. In diesem Falle kann auch das Ende des Röhrchens in eine geschlossene Spitze auslaufen, wodurch das Durchbohren der Fruchtwand sehr erleichtert wird. —

---

[1]) Das Fehlen der Spaltöffnungen erklärt vielleicht auch den überaus geringen Stärkegehalt dieser Frucht: nur vereinzelte Zellen des Fruchtwandparenchyms führen bekanntlich, wie durch Jod-Chloral nachgewiesen werden kann, eine sehr kleinkörnige Stärke. — Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie I, 107.

Um beim Anbringen des Manometers ein Eindringen der äußeren Luft zu verhindern, wird das Röhrchen hinter seiner Öffnung mit einer kleinen Schichte einer Gummilösung bedeckt; dadurch wird beim Einfügen des Manometers die Berührungsstelle von Glasrohr und Fruchtwand sofort luftdicht abgeschlossen. (Ob und in welcher Weise der Luftdruck im Innern der Frucht zu verschiedenen Zeiten des Tages und bei verschiedenen Temperaturen sich ändert, habe ich nicht geprüft.) Die an den Paprikafrüchten oft zu beobachtenden Eindrücke lassen sich nun durch den Einfluß des äußeren Luftdruckes leicht erklären.

Sitzung vom 29. Juli 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Als Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Pevalek, Dr. **Jvo,** Adjunkt des Botan. Instituts in **Zagreb (Agram)** (durch V. VOUK und J. GICKLHORN),

Jurišić, Dr. **Peter,** Beamter der K. Universitätsbibliothek in **Zagreb (Agram)** (durch V. VOUK und J. GICKLHORN),

Hurter, Ernst, Fachlehrer, Assistent des Hydrologischen Laboratoriums in **Kastanienbaum** (Luzern) (durch H. BACHMANN und L. DIELS),

Demeter, Dr. **Karl,** Assistent am Botan. Institut in **München,** Menzingerstr. 13 (durch K. V. GOEBEL und H. BURGEFF),

Esenbeck, Dr. **Ernst,** Konservator am Pflanzenphysiolog. Institut in **München,** Menzingerstr. 13 (durch K. V. GOEBEL und H. BURGEFF),

Möller, Dr. **Hans Peter** in **Kiel,** Geibelallee 15 (durch H. SCHROEDER und G. SCHELLENBERG),

Pieschel, Erich. cand. rer. nat. in **Würzburg,** Botan. Institut (durch H. KNIEP und R. HARDER),

Kordes, Herbert, cand. rer. nat. in **Würzburg,** Botan. Institut (durch H. KNIEP und R. Harder),

Widder, Dr. **Felix,** Assistent am Institut f. systemat. Botanik an der Universität in **Graz,** Holteigasse (durch K. FRITSCH und B. KUBART),

Suzuki, Eiryo, Professor der Pflanzenphysiologie am Institut für Seidenbau in **Tokyo** (Japan) (durch H. MIEHE und BURRET) und Fräulein

Herzfelder, Dr. **Helene** in **München,** Franz-Josefstr. 38, III (durch K. v. GOEBEL und H. BURGEFF).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Ulehla, Dr. **Vladimir** in **Prag,**

Christoph, Dr. **Hermann** in **Weihenstephan,**

Becker, Dr. **Ernst** in **Halle a. S.,**

Kostytschew, Dr. **S.,** Professor in **St. Petersburg,**

Bauch, Dr. **Robert** in **Berlin,**

Noack, Dr. **Martin** in **Südende-Berlin,**

Gams, Dr. **Hellmut** in **München,**

Kutin, Adolf, Professor in **Tábor.**

Mitteilungen.

39. A. Pascher: Über die Übereinstimmungen zwischen den Diatomeen, Heterokonten und Chrysomonaden.

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 19. März 1921. Vorgetragen in der Maisitzung.)

In meiner Studie über Flagellaten und Algen (PASCHER 1914) gab ich auf Seite 141—145 eine kurze Übersicht über die Übereinstimmungen der Diatomeen, Heterokonten und Chrysomonaden. Die dort gemachten Angaben seien hier näher ausgeführt und begründet.

Bau der Membran.

BOHLIN (1897) wies als erster nach, daß die Membran vieler Heterokonten nicht homogen sei, sondern aus fingerlingartig ineinander steckenden Schichten bestehe. Sowohl bei *Tribonema* wie bei *Ophiocytium* sind es diese Fingerlingstücke, die, da die innersten die jüngsten und zugleich die längsten sind, auch das Längenwachstum besorgen[1]). Bei dem fädigen *Tribonema*, sind diese Fingerlinge zweier aneinander stoßender Zellen mit ihren Bodenteilen verwachsen und liefern dann zusammen die bekannten H-förmigen Stücke der *Tribonema*-Membran. In ihre Summe geben sie dann die charakteristische Streifung und Schichtung der *Tribonema*- und *Ophiocytium*-Membranen, die nach BOHLIN (1897) besonders deutlich nach Behandlung mit Kalilauge wird oder dadurch schön vortritt, daß die Algen abwechselnd in Kongorotlösungen gezogen werden. Am besten geben die beigegebenen Textabbildungen über diese Verhältnisse Aufschluß (Abb. 1, a—e).

Derselbe Bau der Membran läßt sich nun auch an den Gehäusen der Chrysomonaden nachweisen, entweder nach vorangegangener Behandlung der Gehäuse oder schon ohne solche. Behandelt man recht dickwandige Gehäuse des häufigen *Dinobryon utriculus*, besonders älterer Stücke (nicht aber von *D. tabellariae*, die niemals so dickwandig werden), nach der BOHLINschen Weise mit Kalilauge, so gelingt es oft, doch nicht immer[1], ich weiß nicht wovon es abhängt, ebenfalls eine sehr ähnliche Struktur des Gehäuses nachzuweisen. Kochen mit Kalilauge und Färben mit Kongorot gibt oft schräge Schichtung der Gehäusewand, wobei sich die Schichten auflockern und manchmal auch nach außen hin ein wenig abstehen (Abb. 2, a—c). Sind besonders alte Stücke

---

[1]) Auch die Membran von *Halosphaera* setzt sich, meine ich, aus solchen ineinander geschachteten Schichten zusammen, nur bleiben die nacheinander gebildeten Schichten nicht untereinander im Zusammenhang, sondern werden durch das Größenwachstum der kugeligen Zelle, das hier nach allen Richtungen hin gleichmäßig erfolgt und nicht nur nach einer der Längsrichtung, nacheinander als zu klein abgestoßen, sobald jeweils die Zelle einen gewissen Größenzuwachs überschritten hat. Die alten kleinen Zellhäute sitzen dann als zu klein gewordene Käppchen eine Zeitlang der neuen Membran außen auf. Die nach und nach abgestoßenen Häute entsprechen den aufeinander liegend gebildeten Schichten bei anderen Heterokontenzellen (Abb. 4, b).

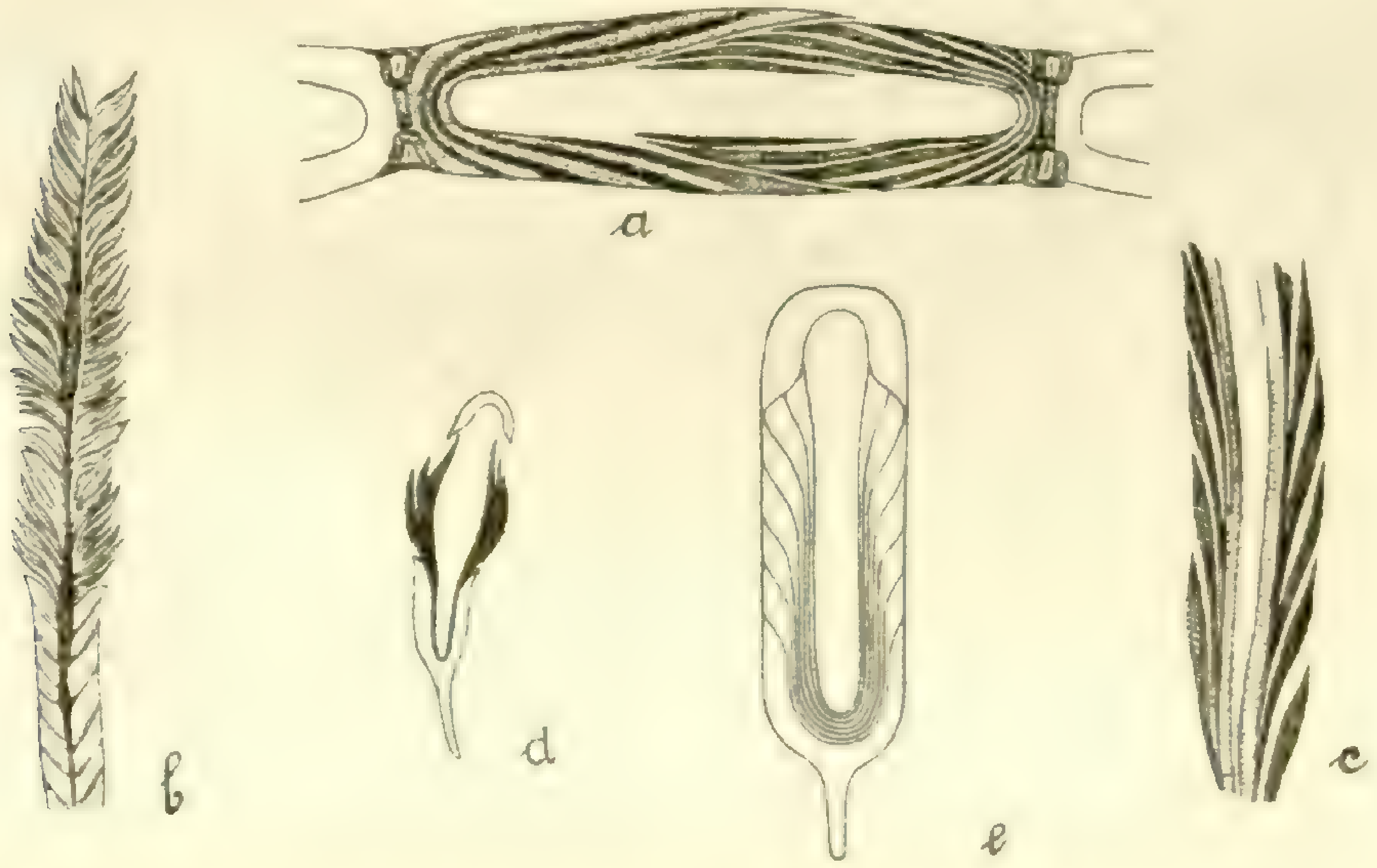


Abb. 1. Bau der Heterokontenmembran. a. nach BOHLIN behandelte Membran einer *Tribonema*-Zelle, die Schichtung der Membran in Form ineinander steckender Fingerlinge deutlich; dadurch, daß die inneren Schichten länger sind als die äußeren ersteht das Längenwachstum der Zelle. b, c, nach BOHLIN aufgelockerte *Ophiocytium*-Membranen. d. eine junge *Ophiocytium*-Zelle, die jungen inneren Einschubfingerlinge, die das Längenwachstum besorgen, sehr deutlich. e, Schema des Membranbaues einer *Ophiocytium*-Zelle. Alles nach BOHLIN.

---

[1] Wovon es abhängt, daß diese Struktur nicht bei allen Individuen nach Behandlung mit Kalilauge und Färbung zu sehen ist, vermag ich nicht zu sagen. Jedenfalls sind bei *Dinobryon* die einzelnen Schichten viel fester aneinander gelagert als bei den Heterokonten, deren Membran im Gegensatz zu den Zellulosegehäusen der Chrysomonaden mehr pektinhaltig ist. Man findet aber in faulendem Algenschlamme mit abgestorbenen *Dinobryon utriculus*-Gehäuse manchmal solche, die bereis sehr stark aufgelockert sind. Vielleicht ist daran die Tätigkeit gewisser Zellulose abbauender Mikroorganismen schuld. Jedenfalls verschwinden im Schlamme mit der Zeit auch die derbsten *Dinobryon*-Gehäuse, wenn auch viel später als Algenmembranen.

]

nicht zu sehr braun gefärbt, so kann man diese Struktur bereits ohne Behandlung angedeutet sehen — im optischen Längsschnitte erscheint das Gehäuse undeutlich schräge gestrichelt. Es macht ganz den Eindruck, als ob das Gehäuse von *D. utriculus* ebenfalls aus solchen Tütenstücken zusammengesetzt wäre, von denen die inneren immer länger wären als die vorhergehenden.

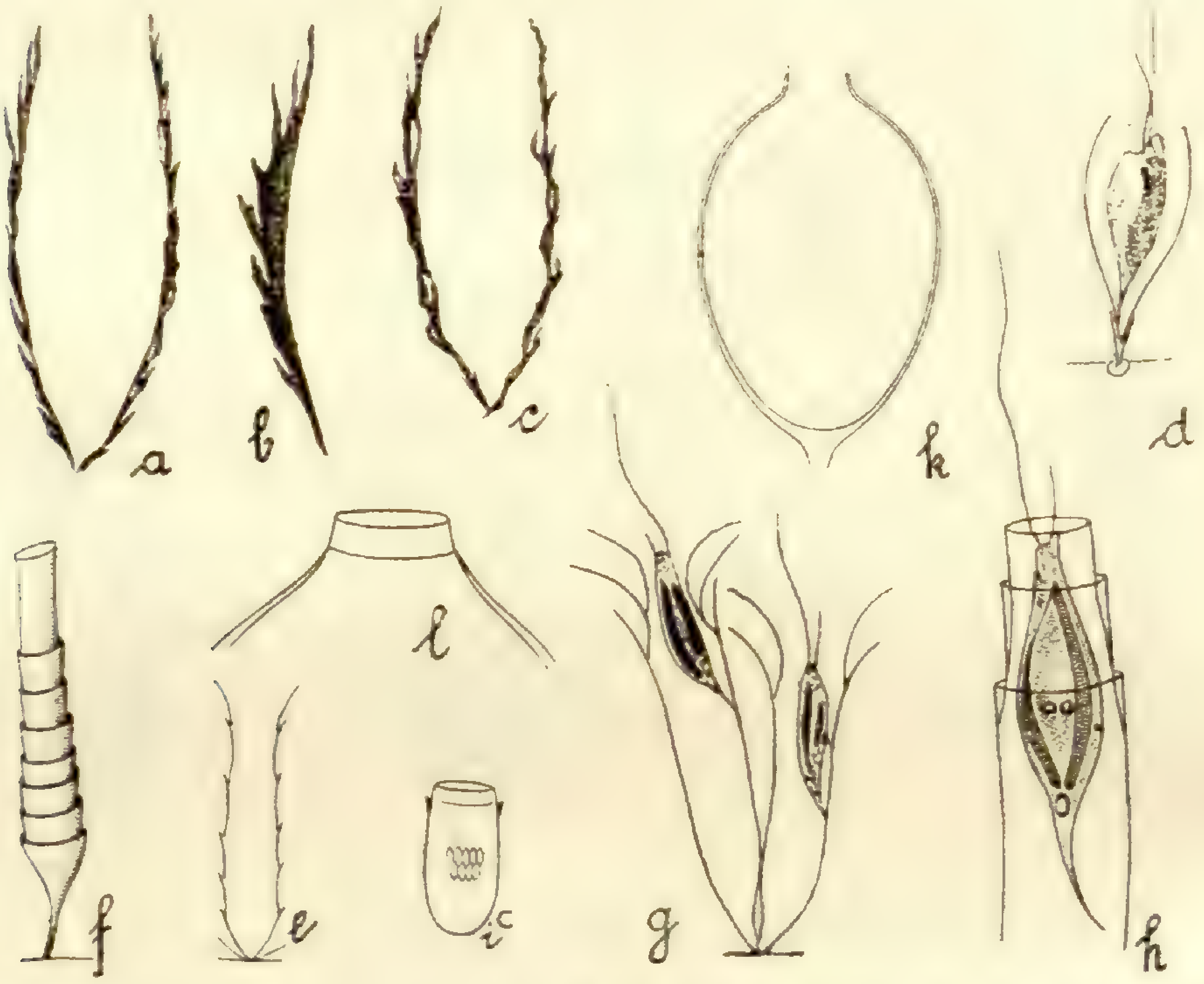


Abb. 2. Bau der Chrysomonadengehäuse. a, b, c, aufgelockerte sehr alte, z. T. bereits korrodierte Gehäuse von *Dinobryon utriculus*; die einzelnen Schichten kommen durch die Zeichnung und Reproduktion zu stark heraus. d, *Dinobryon marchicum*, das eigentliche Gehäuse steckt in einem kleinen, scharf abgesetzten Trichterchen, das der äußersten Gehäuseschichte entspricht. e, *Hyalobryon Lauterborni*, f, *Hyalobryon Voigti*, beide den Bau des Gehäuses, das ganz aus teleskopartigen Zuwachsröhren besteht, zeigend; die einzelnen aufeinander folgenden Zuwachsröhren entsprechen den aufeinander folgenden Schichten der Heterokontenmembran. g, *Hyalobryon Borgei*, h, *H. ramosum*, die Zuwachsringe nur im oberen Teile des Gehäuses entwickelt. i, *Kephyrion*, die äußere Schicht des Gehäuses, kürzer als die innere und etwas nach außen abstehend. k, *Chrysopyxis*, die äußere Schicht ebenfalls kürzer als die innere, die die eigentliche Mündung bildet. d, e, f, g, nach LEMMERMANN, h, nach LAUTERBORN.

Damit stimmen aber auch Angaben in der Literatur überein, die Dinobryen erwähnen, bei denen das Gehäuse aus zwei ineinander steckenden Gehäusen bestanden (LEMMERMANN). Außerdem kennen wir eine Art, die nach LEMMERMANN dadurch charakterisiert ist, daß der Grund des Gehäuses von einem kleinen Trichterchen umgeben wird, auf dessen Grunde das eigentliche Gehäuse steht. Dieses kleine Trichterchen (Abb. 2, d) ist eben die erste kleine, ganz zu äußerst gebildete Membranschicht, die sich nicht an die später gebildeten anschmiegte.

Schließen für gewöhnlich aber die Schichten beim Gehäuse von *D. utriculus* dicht aneinander, so kennen wir Gehäuse, bei denen die oberen Ränder der einzelnen, ungleich hoch endenden Schichten und Fingerlinge ganz deutlich zu erkennen sind, ja deren obere Ränder sich nach außen trichterartig ausbiegen. Bei *Hyalobryon* besteht das Gehäuse, bereits ohne Behandlung sichtbar, aus ineinander geschobenen Röhrenstücken, die fernrohrartig ineinander gefügt sind, deren obere Ränder aber auseinanderweichen. Ich konnte nicht erfahren, ob hier an diesen Zuwachsstücken nur die Röhrenteile oder auch die Bodenteile entwickelt seien, jedenfalls müßten diese dann sehr dünn sein, wie sie ja auch bei den Heterokonten sehr dünn sind (vgl. die Figur von *Ophiocitium*).

Bei *Hyalobryon Voigtii*, *H. Lauterborni* und *H. mucicola* sind (Abb. 2, f, e) diese ineinander steckenden Röhrenstücke annähernd gleich lang, bei *H. mucicola* weichen die oberen Ränder sehr auseinander. Bei *H. ramosum* und *Borgei* aber sind die äußeren Röhrenstücke viel länger als die inneren, die Gehäuse erscheinen daher erst gegen ihr oberes Ende mit solchen Zuwachsröhrenstücken resp. Zuwachstrichtern versehen (Abb. 2, g, h).

Die gleiche Zusammensetzung kommt aber mit Bestimmtheit auch bei anderen Chrysomonadengehäusen vor. Bei *Kephyrion* (Abb. 2, i) ragt deutlich ein inneres nicht gebräuntes Stück über die äußere stark gebraunte Schicht empor, wobei sich die äußere Schicht wieder aus mehrfach übereinander gelagerten Schichten besteht. Und bei einzelnen *Chrysopyxis*arten kann man gerade an älteren Gehäusen sehen, wie die Gehäusemündung förmlich abgestuft abgesetzt ist gegenüber den äußeren Schichten des Gehäuses (Abb. 2, k, l).

Ob dieser Gehäuseaufbau bei allen Chrysomonaden vorkommt, vermag ich nicht zu sagen. Ich möchte aber glauben, daß vielleicht besonders zartwandige Gehäuse aus einem Stück bestehen. Vielleicht hängt auch die Streifung mancher Chrysomonadengehäuse mit einem derartigen Aufbau zusammen: enden die verschiedenen langen Trichterstücke mit ihren enganeinander liegenden Mündungen nicht gerade, sondern schief, so müssen im optischen

Bilde Kreuzungen und Überschneidungen dieser schiefen Endungen zustandekommen, die das Bild einer kreuzweise verlaufenden Streifung ergeben müssen.

Tatsache ist also, daß Heterokonten und Chrysomonaden in ihrem Membran- bzw. Gehäusebau weitgehend übereinstimmen.

Nun zeigen die meisten Diatomeen in ihren Zellen kein sekundäres Längenwachstum, bei einigen aber findet ein solches aber doch durch Einschaltung sogenannter Zwischenbänder statt. Die Prozesse, die dazu führen, sind für uns unwesentlich, jedenfalls erfolgt die Verlängerung der Zelle, wenn wir die klaren und instruktiven Bilder KARSTENs, dem wir die Klärung dieser Dinge verdanken (KARSTEN 1899), zugrunde legen, durch die Ausbildung kurzer ineinander geschalteter Ringe, deren unterer Teil immer in der übergreifenden Mündung des vorhergehenden Ringes steckt, also ebenfalls ineinander geschalterer Röhrenstücke, wie wir sie bei den Heterokonten und Chrysomonaden gesehen haben. Vergleicht man die Bilder von *Rhabdoderma adriaticum* (Abb. 3) mit den Bildern von *Ophiocytium*, so fällt die weitgehende Übereinstimmung sehr auf. Aber auch die Figuren SMITHs über die Zuwachsstücke von *Grammatophora* lassen die Homologie dieser Zuwachsstücke mit den ineinander steckenden Membranteilen der Heterokonten und Chrysomonaden deutlich erkennen, um so mehr als die Einschaltstücke noch ihre allerdings durchbrochenen Boden-

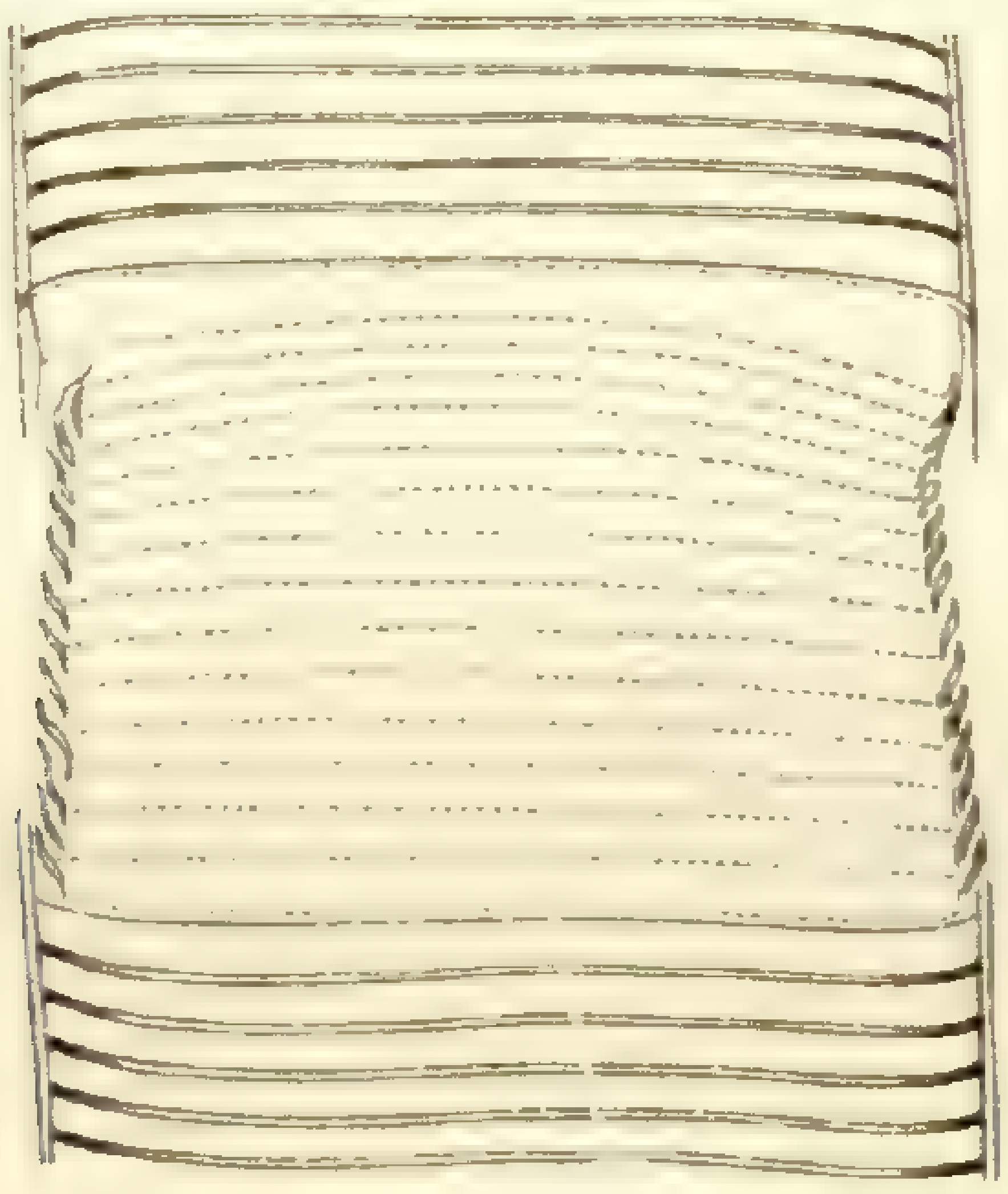


Abb. 3. Diatomeen mit Längenwachstum: *Rhabdoderma*. Teil der Kieselschale mit sekundären Zwischenbändern, die kurz trichterig ineinander stecken, in die Länge wachsend. Vgl. die Gehäuse der Chrysomonaden mit Zuwachsringen (Abb. 2) und den Bau der *Ophiocytium*-Membran (Abb. 1, b—e). — Nach KARSTEN (Zellinhalt weggelassen).

teile erkennen lassen, während bei den sekundären Zuwachsstücken von *Rhabdoderma* nur die Röhrenstücke erhalten zu sein scheinen.

Damit scheinen aber die Diatomeen die gleichen Membranverhältnisse zu haben, wie die Heterokonten und Chrysomonaden: bei allen drei Reihen kommt das Längenwachstum der Zelle durch den Einschub differenter fingerlingartig ineinander steckender Stücke zustande, von denen die inneren jüngeren immer länger sind als die äußeren älteren. Bei einzelnen Formen sind diese Stücke fest aneinander gelagert, bei anderen aber weichen sie besonders mit ihren oberen Enden auseinander und sind schon ohne Präparation zu sehen. Manchmal sind von ihnen nur die Röhrenteile, als die für die Verlängerung wesentlichen Teile ausgebildet, manchmal ist aber der Bodenteil, wenn auch sehr verdünnt, doch deutlich nachweisbar.

Die Übereinstimmung in den Membranverhältnissen der drei genannten Algengruppen bezieht sich aber nicht nur auf die geschilderte Zusammensetzung der Membran, sondern auch darauf, daß bei allen drei Reihen die Zellhaut bei sehr vielen Formen aus zwei Schalenstücken sich zusammensetzt.

Für die Diatomeen ist die Zusammensetzung der Membran aus zwei Stücken charakteristisch, sie erstreckt sich hier nicht nur auf die vegetativen Zellen, sondern auch auf die Sporen.

Bei den Heterokonten ist die Zusammensetzung der Zellhaut aus zwei Stücken bereits für viele Formen bekanntgeworden. Für *Tribonema* (Abb. 1, a, d, e) war dies schon lange bekannt und für *Ophiocytium* wies es BOHLIN nach. *Pseudotetraedron* (Abb. 4, a) hat zwei gleiche Stücke, dasselbe gilt auch für *Halosphaera* (Abb. 4, b), bei der die alten Schichten immer in Gestalt zweier Halbkugeln, die allerdings oft sehr verschoben und verknittert sind, abgestoßen werden. Auch *Centritractus* (Abb. 4, c) hat gleiche Hälften. Ungleich sind diese zwei Stücke, abgesehen vom bereits erwähnten *Ophiocytium* (Abb. 1, d, e), bei *Characiopsis* (Abb. 4, d), wo der eine Teil deckelartig genau wie bei *Ophiocytium* die Zelle abschließt und am Längenwachstum der Zelle nicht beteiligt ist. Hier läuft die Fuge zwischen beiden Teilen knapp unter dem oberen Ende, bei *Chlorothecium* aber in der Zellmitte oder unter derselben. Auch bei *Botrydiopsis*, der Süßwasserform von *Halosphaera*, scheinen mir zwei ungleiche Schalen vorzukommen. Sicher wird sich die Zahl der zweischaligen Heterokonten noch erhöhen. Nicht angegeben ist diese Zweischaligkeit für *Monodus*, *Heterococcus*, *Chlorobotrys*, wo sie aber vorhanden sein könnte. Für *Meringosphaera* liegen keine Angaben vor, doch meine ich, sind gewiß einzelne Formen zweischalig.

Diese Zweischaligkeit erstreckt sich bei den Heterokonten aber nicht nur auf die vegetativen Zellen, sondern auch auf die Sporen.

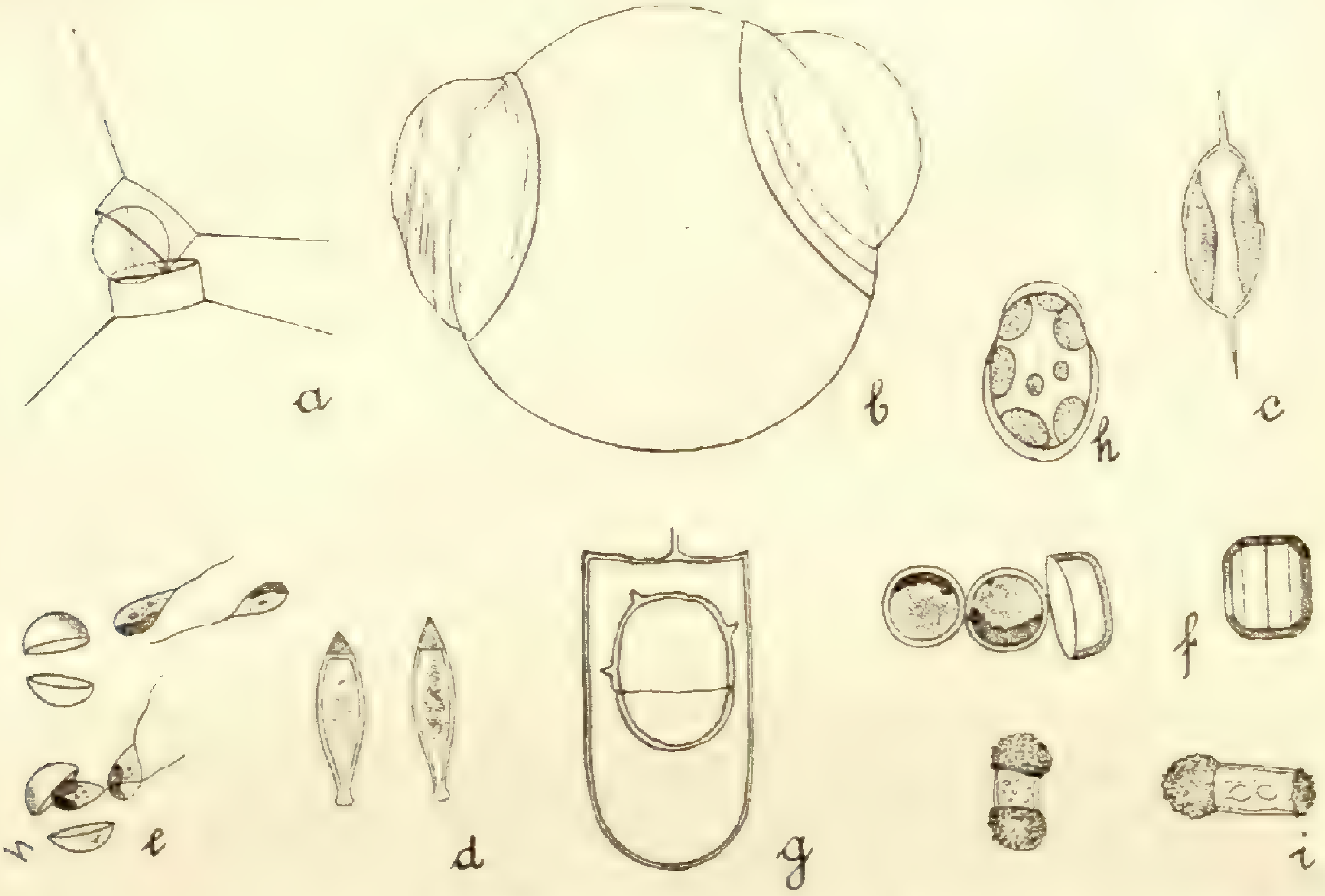


Abb. 4. Zweischaligkeit der Heterokontenzelle und der Heterokontencysten. (Vgl. auch Abb. 1, a, d, e, auf der die Zweischaligkeit der vegetativen Zellen von *Tribonema* und *Ophiocytium* schön zu sehen ist.) — a, *Pseudotetraëdron*, zweischalige vegetative Zelle, darin eine zweischalige, stark verkieselte kugelige Cyste. b, *Halosphaera*, die alte zu klein gewordene Membran in Form zweier Halbkugelschalen abgestoßen. Bei *Halosphaera* entsprechen die nach und nach abgestoßenen Membranschalen den aufeinanderfolgend gebildeten Membranschichten der anderen Heterokonten. c, *Centritractus*, Zweischaligkeit der vegetativen Zellmembran. d. *Characiopsis*, die obere kleinere Membranhälfte deckelartig die Zelle abschließend, vgl. auch Abb. 1, d, e, *Ophiocytium* bei dem die obere Membranhälfte ebenfalls wie ein Deckel die Zelle abschließt. e, *Chlorothecium*, gleichschalige Cysten. f, *Chlorobotrys*, fast diatomeenartige verkieselte, gleichschalige Cysten. g, *Meringosphaera*, ungleichschalige, verkieselte Cyste. h, i, *Tribonema*, *Ophiocytium*, ungleichschalige unverkieselte Cysten. b, nach Gran, c, nach Lemmermann, d, nach Printz, e, nach Borzi, f, nach Bohlin, h, nach Klebs, i, Original von Scherffel.

Die Sporen von *Chlorothecium* (Abb. 4, a), *Pseudotetraedron* (Abb. 4, a), *Meringosphaera* (Abb. 4, g), ja sogar von dem fädigen *Tribonema* (Abb. 4, h) sind zweischalig. Auch hier können die beiden Hälften gleich oder ungleich sein und die Sporen von *Tribonema* (Abb. 4, h) *Ophiocytium* (Abb. 4, i), *Meringosphaera* (Abb. 4, g) erscheinen wie mit einem Deckelchen verschlossen.

Diese ungleichschaligen Sporen vieler Heterokonten führen aber gut zu den Sporen der Chrysomonaden über. Die Kenntnis ihres merkwürdigen Schalenbaues verdanken wir SCHERFFEL. Nach SCHERFFEL werden die Cysten der Chrysomonaden endogen gebildet, sie bestehen (Abb. 5) im fertigen Zustand aus einer unteren größeren, fast kugeligen Hälfte, die vorne von einem Loche durchbrochen ist, das von innen her mit einem Stopfen verschlossen wird. Diese Beobachtungen SCHERFFELs treffen tatsächlich immer zu. und der Halsfortsatz vieler, bereits wiederholt beschriebener Chrysomonadencysten ist eben nichts anderes als die röhrenförmige Verlängerung des Lochrandes. Damit ist aber im Wesen für die Chrysomonaden nachgewiesen, daß ihre Sporen ebenfalls zweiteilige Membranen haben — und was bei der Cyste von *Tribonema* oder *Meringosphaera* der kleine Deckel ist, ist hier der Stopfen. Nicht immer ist auch bei den Chrysomonadencysten der obere Teil so klein, daß er wie ein Stopfen aussieht, bei manchen ist der Stopfen verbreitert und sieht fast wie ein kleines Deckelchen aus. Auch für die zellulären Chrysomonaden — also für die Chrysophyceen, speziell die Chrysotrichalen sind solche Cysten bekanntgeworden. Leider ist die Membran der vegetativen Zellen zellulärer Chrysomonaden noch nicht auf ihre Zweischaligkeit untersucht.

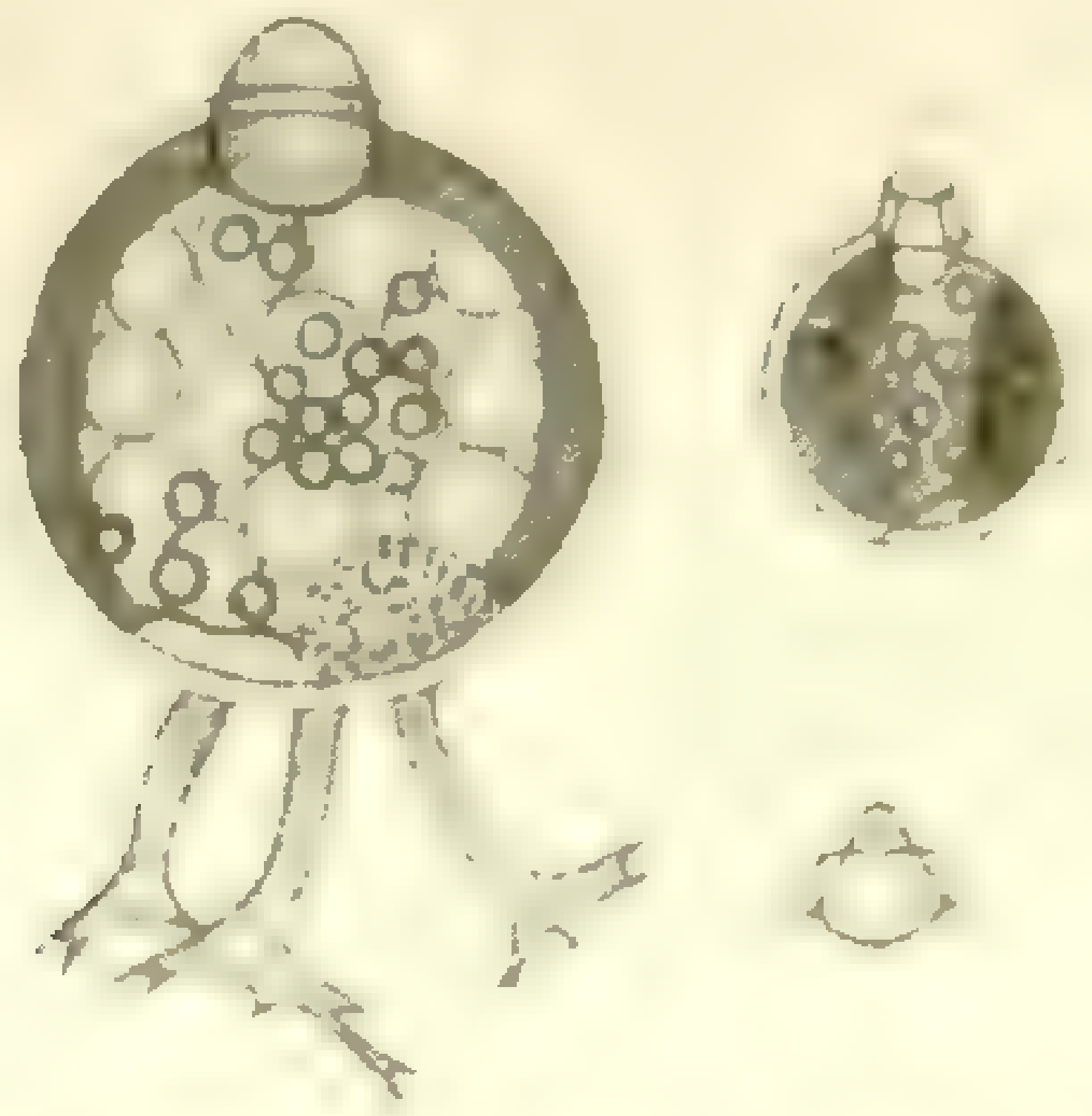


Abb. 5. Chrysomonadencysten mit Porus und von innen her eingefügten Stopfen. Die eine mit bäumchenförmigen Stelzen. Nach SCHERFFEL.

Nun hat schon SCHERFFEL aufmerksam gemacht, daß manche der Chrysomonadencysten auf der größeren Schale, dem Stopfen gegenüber, merkwürdig verzweigte Abhangsgebilde, förmliche Stelzen haben (vergl. Abb. 5). Das Gleiche hat auch STEINEKE beobachtet, und auch mir kamen wiederholt solche Cysten unter. Es scheint sich daher um eine relativ häufige Erscheinung zu handeln. Schon SCHERFFEL hat auf die große Ähnlichkeit solcher Cysten mit denen der bekannten Endosporen der marinen Planktondiatomee *Chaetoceras* aufmerksam gemacht. Diese Ähnlichkeit ist in der Tat sehr groß, wird aber noch erhöht durch folgende Übereinstimmung. Bei den Chrysomonadencysten ist der Stopfen der innere der beiden Teile, aus denen sich die Cystenwand zusammensetzt. Damit stimmt die merkwürdige Tatsache überein, daß auch bei den erwähnten *Chaetoceras*-Cysten der obere deckelartige nicht mit Stelzen versehene Teil der innere ist. Es sitzt hier der Deckel nicht auf dem Topfe, sondern in dem Topfe, die Mündung des Topfes ist weiter als der Deckelrand. Das geht schon daraus hervor, daß — ich verweise auf die nach Mikrophotographien gemachten Abbildungen (Abb. 6) —, daß bei diesen Sporen von den beiden Schalenteilen zuerst der untere Teil, der mit den Stelzen versehen ist, ausgebildet wird. Erst wenn dieser fertig gebildet ist, kommt es zur Deckel-

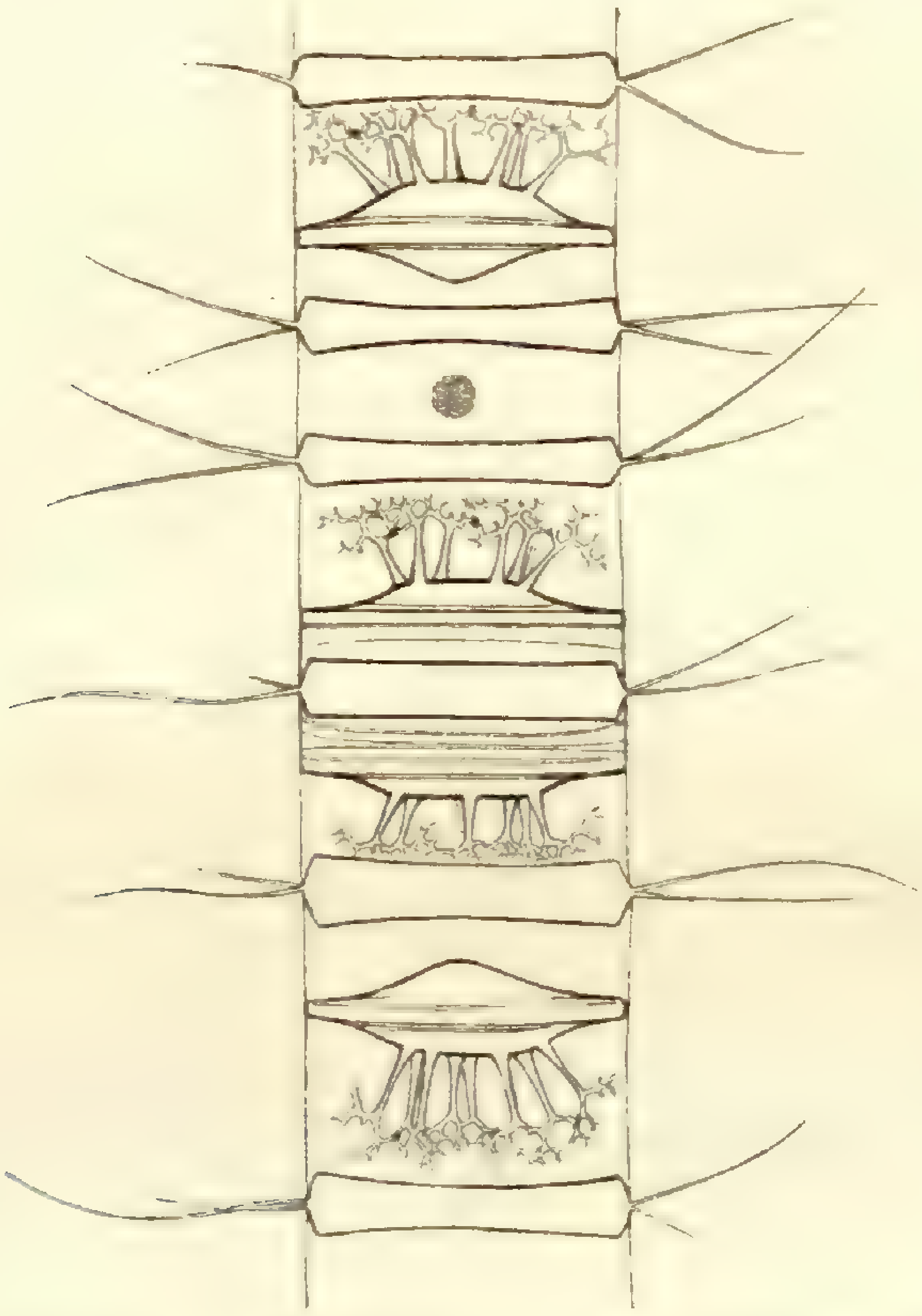


Abb. 6. Diatomeencysten — *Chaetoceras*. — Zweischalige Cysten mit bäumchenförmigen Stelzen. Bei ihrer Bildung wird der untere Stelzen tragende Teil zuerst gebildet, dann erst der abschließende Deckel, der, da bei den Diatomeen die erst zu bildende Schale immer innerhalb der alten gebildet, demnach innerhalb des unteren Teiles zu liegen kommt. — Die bäumchenartigen Stelzen sind nicht mit ihren Anhängen untereinander verwachsen, wie es auf der Zeichnung den Anschein hat. Nach einem Mikrophotogramm.

bildung. Nun wird bei allen Diatomeen der neuzubildende, also später gebildete Teil immer innerhalb des alten, niemals außerhalb desselben gebildet, so muß auch hier der später gebildete Deckel innerhalb des Topfrandes zu liegen kommen. Tatsächlich konnte auch bei einigen Cysten von *Chaetoceras*, die gerade im richtigen Zustande der Öffnung waren, gesehen werden, daß der Topfrand den Deckel umgreift, letzterer tatsächlich kleiner war als der Topf und innerhalb dessen Randes war[1]).

Damit ist aber erwiesen, daß die Chrysomonaden- und die Diatomeensporen recht weitgehende Ähnlichkeiten und Übereinstimmungen zeigen, die eine nahe Verwandtschaft der beiden Gruppen und bei dem gleichen Bau der Heterokontencysten auch mit diesen erweisen. Diatomeen, Heterokonten und Chrysomonaden stimmen darin überein, daß bei ihnen entweder immer, oder sehr häufig, die Membran aus zwei schalenartig zusammenpassenden Stücken gleicher oder ungleicher Größe besteht.

Verkieselung.

Die Membran der Diatomeen und ihrer Cysten ist in ganz charakteristischer Weise verkieselt. Verkieselt ist auch die Wand der Chrysomonadencysten (SCHERFFEL), wie ja auch bei den Chrysomonaden häufig Kieselgehäuse oder Kieselpanzer vorkommen (*Mallomonas*, die Silikoflagellaten). Bei den Cysten der Chrysomonaden ist der Topf in ausgiebigerer Weise verkieselt als der Stopfen, der, wie ich beobachten konnte, bei der Keimung ganz oder teilweise wieder aufgelöst und wohl dem Protoplasten des oder der austretenden Schwärmer einverleibt wird. Er weicht ja schon, auch darauf hat schon SCHERFFEL aufmerksam gemacht, in seiner Lichtbrechung von dem anderen Cystenschalenteile ab. Bei den Heterokonten ist Verkieselung der Membran ebenfalls recht häufig. *Halosphaera*, *Meringosphaera* (ob in allen Arten) haben deutlich verkieselte Membranen. Verkieselung wird auch angegeben für *Chlorobotrys* und deren fast diatomeenhaft anmutenden Cysten. (BOHLIN, SMITH). Sehr stark verkieselt sind auch die kugeligen gleichschaligen Cysten von *Pseudotetraedron* und auch *Botrydiopsis* hat deutliche Verkieselung. Jedenfalls ist Verkieselung bei den Heterokonten häufiger als aus den bis jetzt gemachten Angaben zu schließen ist, und das Vorkommen verkieselter Membranen und

---

1) Es wäre auch zu prüfen, ob auch bei den ungleichschaligen Heterokontencysten der Deckel die Innenschale ist und innerhalb des Topfrandes zu liegen kommt.

Schalen scheint ein gemeinsamer Zug aller drei behandelten Algenreihen zu sein.

Begeißelung.

Die Heterokonten haben neben ihren anderen Merkmalen auch eine ganz charakteristische Begeißelung: eine lange Hauptgeißel und eine kurze Nebengeißel. Für einige Formen liegen allerdings Angaben vor für nur eine einzige Geißel *(Chlorothecium, Botrydium)*. Vielleicht wurde hier aber die Nebengeißel, es handelt sich immer um ältere Angaben, übersehen; übersah doch auch ein so ausgezeichneter Beobachter, wie KLEBS, die kleine Nebengeißel der *Tribonema*schwärmer und bildet er doch diese eingeißelig ab. Die formenreiche Gruppe der Chrysomonaden hat nun verschiedene Begeißelungsweisen. Aber gerade die Begeißelung der Heterokonten, Haupt- und kurze Nebengeißel, ist für einen großen Teil der Chrysomonaden, den Ochromonaden charakteristisch und auch die farblosen Monadaceen, zum großen Teile farblos gewordenen Chrysomonaden haben diese Form der Begeißelung. Über die Geißeln der Diatomeenschwärmer liegen keine genauen Beobachtungen vor. Die Angaben BERGONs lassen darin keinen Schluß zu. Ich vermute aber, daß doch ungleiche Geißeln vorhanden sind.

Zytologie.

Zytologisch kennen wir nur die Diatomeen; Chrysomonaden und Heterokonten sind darin fast völlig unbekannt.

Farbstoffe und Assimilate.

Hierüber wissen wir am wenigsten, und das Wenige läßt sich eher im Sinne einer Übereinstimmung deuten. Wir wissen weder, welche Chlorophyllkomponenten bei den drei behandelten Reihen vorhanden sind, noch kennen wir ihr quantitatives Verhältnis zu einander, und wissen erst recht nicht, ob dieses bei allen drei Reihen dasselbe ist. Und über die braunen Nebenfarbstoffe wissen wir sogar bei einer so häufigen Algengruppe wie die der Diatomeen gar nichts Bestimmtes. Was GAIDUKOW über das Chrysophyll, das den Chrysomonaden die gelbe Farbe1) geben soll, sagt, läßt sich nicht mit den Angaben über die Diatomeenfarbstoffe

---

1) Nebenbei sei erwähnt, daß es auch blau gefärbte Chrysomonaden gibt. Ich sah wiederholt blaue Formen, die gewiß keine Peridineen oder Cryptomonaden waren. Ob hier derselbe Farbstoff wie bei den blauen Diatomeen vorliegt? Ich vermute nicht. Auch bei den Diatomeen gibt es bei Wohlbefinden und lebhafter Teilung Individuen und Arten mit sehr reduziertem braunen Pigmente. (*Pinnularia viridis!*)

vergleichen, weil uns hier gleichartige Angaben fehlen. Trotzdem meinen manche Autoren, wie ich der Biochemie CZAPEKS entnehme, daß die braunen Pigmente einander nahestehen. Sicher ist aber die Tatsache, daß es unter den Chrysomonaden vereinzelt ganz grüne, sonst aber vollkommen identische Individuen unter sonst braunen auftreten, wie es auch Arten gibt, die den braunen Farbstoff dauernd verloren zu haben schienen. Solche Formen werden, wenn sie zwei ungleiche Geißeln haben, mit den Heterokontenflagellaten zusammenfallen und im Systeme hin und her gestellt werden (*Chlorochromonas* Lewis). Das läßt aber die Möglichkeit zu, anzunehmen, daß wir uns die Heterokonten als eine Seitenreihe vorstellen können, die entweder das oder die braunen Pigmente verloren, oder die braunen Pigmente nicht erworben haben. Allen drei Reihen den Heterokonten, Chrysomonaden, Diatomeen ist gemeinsam der hohe Gehalt an Karotenen, der den Heterokonten die oft auffällig gelbgrüne Farbe verleiht, und sich auch in dem bekannten Farbenumschlag nach Blau bei Säurezusatz äußert.

In bezug auf die Assimilate läßt sich nur der gemeinsame Mangel an Stärke feststellen. Das Leukosin, ein derzeit mehr physikalisch als chemisch bestimmter Körper, der sich auch im Dunkel bildet, scheint den Chrysomonaden und den Heterokonten gemeinsam zu sein. Was sonst an Ölen und Fetten bei den drei Algengruppen vorhanden ist, und sie alle drei sind sehr reich daran, ist, wie auch bei anderen niederen Pflanzen, viel zu schlecht bekannt.

Auf Grund der vielen hier näher ausgeführten Übereinstimmungen habe ich schon 1914 in der eingangs zitierten Arbeit die drei Algenreihen der Chrysophyceen, Diatomeen und Heterokonten als eigenen Stamm den anderen Algenstämmen gegenübergestellt: Stamm der Chrysophyta. Innerhalb dieses Stammes nehmen die Diatomeen wahrscheinlich dieselbe Stellung ein wie die Conjugaten innerhalb der Chlorophyta: eine Seitenreihe, charakterisiert durch die Betonung der Entwickelung der Einzelzelle, damit verbunden, wie ich es seinerzeit bereits auseinandergesetzt habe (PASCHER 1918), Verlust der Schwärmstadien und damit bedingte Kopulation ganzer Zellen — eine Entwickelung die bei den Konjugaten zu Ende geführt ist, bei den Diatomeen bis jetzt nicht zum völligen Abschlusse gelangt ist.

Die Vereinigung der drei behandelten Algenreihen zum Stamme der Chrysophyta, die hier auf Grund der Summe aller Übereınstimmungen[1]) vorgenommen wurde, bringt nur die Tatsache ihrer engeren Verwandtschaft zum Ausdrucke — über die engeren phylogenetischen Beziehungen untereinander wissen wir nichts[2]). Es sei nur noch darauf hingewiesen, daß es außer den behandelten drei Algenreihen noch andere Organismen gibt, die hierzu gehören scheinen, die aber noch sehr wenig bekannt sind und noch dringendst des Studiums bedürfen — z. B. die zweischaligen Pterospermaceen.

Prag II, Weinberggasse 3a, März 1921.

Literatur.

BERGON, P., Les processes de la div. de rajennissem. de la cel. et de sporulat. chez Biddulphia mobil. — Bul. soc. bot, Franc. 54, 1907.
BOHLIN, K., Studier öfver några slägten af alggruppen Conf. Bitrag till K. Sv. Vet. Ak. Handl. 23 Afd. III, Nr. 3, 1897.
CZAPEK, F., Biochemie der Pflanzen I.
GAIDUKOW, Über das Chrysochrom, Ber. d. D. Bot. Ges., 18, 331.
GRAN, H., Das Plankton des norw. Nordmeeres—Rep. Norw. Fish. and mar. Investigations, vol. III, 1902, Nr. 5.
KARSTEN, G., Diatomeen der Kieler Bucht, Wiss. Meeres-Unt. Kiel. N. F. 4, 1899.
LEMMERMANN, E, Archiv Hydrobiol. Planktonk. V. 330.
OLTMANNS, F., Morphologie der Algen I.
PASCHER, A., Über Flagellaten und Algen, Ber. d. D. Bot. Ges. 32, 1914, 136.
Von einer allen Algen gemeinsame Entwickelungsregel, Ber. d. D. Bot. Ges. 1918, XXXVI, S. 390.
SCHERFFEL, A., Zur Kenntnis der Chrysomonadineen, Arch. Protk. 1911, XXII.
STEINECKE, F., Algen des Zehlaubruches, Schriften der phys. ök. Gesellschaft. Königsberg 56, 1916.

Eine Geschichte unserer Erkenntnis der Verwandtschaftsverhältnisse dieser Organismen soll mangels an Raum im Zusammenhange mit einer anderen Arbeit unter Angabe der vollständigen Literatur gegeben werden.

---

[1] Ich betone aller Übereinstimmungen, denn einzelne der behandelten Merkmale finden sich auch bei anderen Reihen (Zweischaligkeit, Einschaltringe).

[2] Die spezielle Systematik dieses Chrysophytenstammes findet sich bereits in meiner eingangs zitierten Arbeit über Flagellaten und Algen. 1914, S. 158.

40. Otto Schüepp: Zur Theorie der Blattstellung[1]).

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 25. März 1921. Vorgetragen in der Maisitzung.)

1. Geometrische Konstruktionen (Abb. 1).

Die in der Natur vorkommenden Blattstellungen sind Lösungen des folgenden geometrischen Problems: Man bestimme alle regelmäßigen, unbegrenzt sich fortsetzenden Anordnungen von kongruenten oder symmetrischen, sowie von gleichsinnig oder ungleichsinnig ähnlichen Teilkörpern.

Bezieht sich die Konstruktion auf die fortwachsende Sproßspitze, so sind ähnliche Teilkörper anzunehmen und die Konstruktion ist durchzuführen mit Hilfe von Schneckenlinien (Spiralen), die mit gleichmäßiger Neigung an den Flächen von Rotationskegeln emporsteigen. Eine Schar entsprechender Punkte (Blattspitzen, Blattachseln usw.) verteilt sich so auf eine Schneckenlinie, daß der Abstand von der Kegelspitze in geometrischer Progression abnimmt, und daß jeder Punkt gegenüber dem vorhergehenden um einen konstanten Winkel (Divergenzwinkel) gedreht erscheint.

a) *Ficus elastica* (Fig. 1 auf Abb. 1). Jedes Sproßglied besteht aus einem zylindrischen Stengelstück, das am oberen Ende den Blattstiel und ein geschlossenes hohlkegelförmiges Nebenblatt trägt. Links in der Figur sind eine Scheitelansicht des Stengels nach Entfernung aller Blätter und Nebenblätter, sowie eine Seitenansicht nach Entfernung des ältesten Blattes und Nebenblattes dargestellt; rechts daneben sieht man die geometrischen Konstruktionslinien für einige Scharen entsprechender Punkte. Es sind Schneckenlinien auf Kegelflächen, die alle eine gemeinsame Achse und Spitze haben: die Punkte Q liegen auf der Achse selber. Im Grundriß erscheinen die Schneckenlinien als logarithmische Spiralen[2]).

---

[1]) Die Möglichkeit, die Theorie in mathematischer Richtung auszubauen, verdanke ich der Mitarbeit meines Bruders, Prof. Dr. H. SCHÜEPP in Zürich.

[2]) Vielfach werden diese Spiralen im Knospenquerschnitt direkt als Blattgrenzen sichtbar. Diesen Spezialfall hat CHURCH eingehend behandelt. CHURCH: On the relation of phyllotaxis to mechanical laws. Oxford 1901—1903.

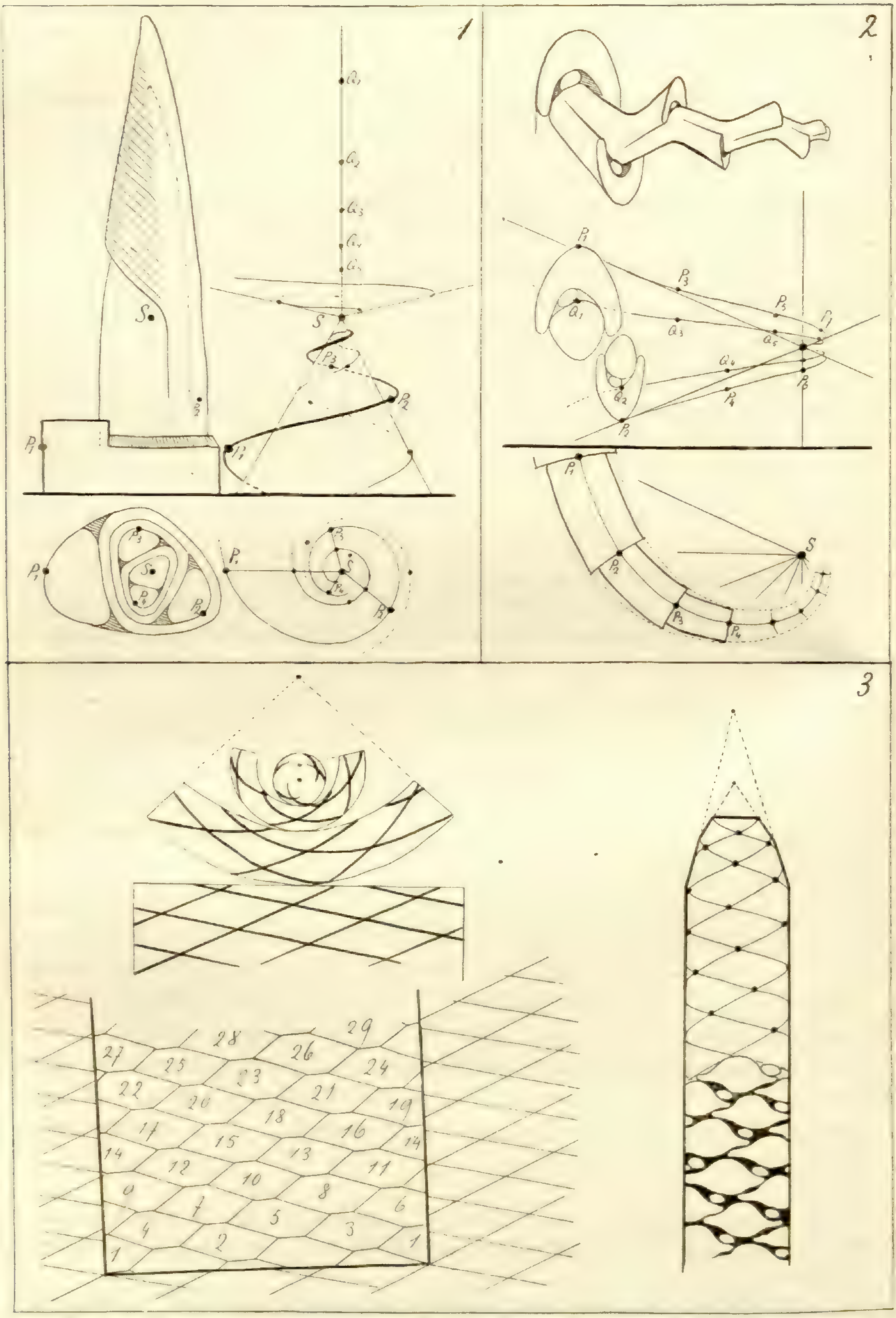

1
S
P_1
P_2
P_3
P_4
Q_1
Q_2
Q_3
Q_4
Q_5
2
P_5
P_6
3
28
29
27
25
26
24
22
23
21
19
20
18
17
15
16
14
14
12
13
11
10
9
7
8
6
4
5
3
1
2
1

Abb. 1. **Konstruktion räumlicher Blattstellungsschemata.** 1. *Ficus elastica.* 2. *Lathyrus latifolius.* 3. *Victoria regia.*

b) *Lathyrus latifolius* (Fig. 2 auf Abb. 1). Die aufeinanderfolgenden Teilstücke sind nicht kongruent, sondern symmetrisch zueinander; im jugendlichen Zustand sind sie ungleichsinnig ähnlich. Jedes Teilstück ist asymmetrisch in bezug auf die Form der Blattansatzstellen und die Lage der Achselsprosse, ebenso in bezug auf die Form der Blätter, die in der Zeichnung weggelassen sind. Die oberste Figur zeigt anschaulich die Zickzackkrümmung und die hakenförmige Biegung der Achse; die unteren Figuren erläutern die Herstellung des Bildes aus einer Reihe von entsprechenden Stengelquerschnitten.

Die Teilkörper 1, 3, 5 . . . sind unter sich gleichsinnig ähnlich, ebenso die Teilkörper 2, 4, 6. Das ganze System setzt sich darum aus zwei Reihen von Teilkörpern zusammen, die die schon geschilderten Gesetzmäßigkeiten zeigen. So verteilen sich auch die entsprechenden Punkte P_1, P_3, P_5 . . .; P_2, P_4, P_6 . . . auf zwei symmetrische Schneckenlinien, die der oberen und unteren Mantelfläche eines Doppelkegels angehören. Die zweite Schar von entsprechenden Punkten Q_1, Q_3, Q_5 . . .; Q_2, Q_4, Q_6 . . . verteilt sich auf zwei Schneckenlinien eines zweiten Doppelkegels, der mit dem ersten Achse und Spitze gemeinsam hat. Im Grundriß zeigen sich dieselben Gesetzmäßigkeiten; nur ist hier ein kleiner Deckungswinkel zu wählen. Zu beachten ist hier das völlige Auseinanderfallen der „organischen Achse“ (Mittellinie des Stengelmarks) und der „geometrischen Konstruktionsachse“.

c) *Victoria regia* (Fig. 3 auf Abb. 1). Es ist ein häufiger Spezialfall, daß eine der zur Konstruktion dienenden Kegel- oder Zylinderflächen die „ideale Stengeloberfläche“ darstellt, das heißt die Fläche, welche man durch Abschneiden aller Blattstiele, Blattscheiden und Seitensprosse erhält; dieser Fall wurde bisher allen Konstruktionen zugrunde gelegt.

Bei *Victoria regia* stehen die Ansatzstellen der Blätter und Blüten auch beim ausgewachsenen säulenförmigen Stengel im Kontakt; sie bilden asymmetrische Figuren, die sich durch Sechsecke oder schiefe Parallelogramme schematisieren lassen. Von der ausgewachsenen Stengeloberfläche konstruieren wir zunächst die Abwicklung in eine Ebene, indem wir die Zeichnungsfläche in lauter kongruente Felder aufteilen. Diese numerieren wir von einem beliebigen Felde aus nach links ansteigend mit der Differenz 2, nach rechts ansteigend mit der Differenz 3. Bei vollständiger Durchführung der Numerierung ergibt es sich bald, daß Feld 1 doppelt auftritt. Man verbindet entsprechende Ecken der beiden Felder 1, errichtet in diesen Punkten die Senkrechten auf die

Verbindungsgerade und erhält so einen Ausschnitt der Ebene, der sich zum Zylindermantel zusammenrollen läßt.

Links oben ist dargestellt, wie sich die Konstruktion auf Kegelflächen von verschiedener Neigung übertragen läßt; rechts sieht man das zusammengefaltete körperliche Modell wiedergegeben.

---

2. System der Blattstellungen (Abb. 2).

Die Abbildung zeigt für jede der sechs Hauptgruppen ein Diagramm und die Ansicht einer Kegelfläche, auf der eine Schar entsprechender Punkte dargestellt ist; aus der Anordnung der Diagramme läßt sich auch die Verwandtschaft der Stellungsgesetze ableiten.

A. Sprosse aus einer Reihe von Anaphythen aufgebaut (Fig. 1, 2, 3). Jeder Anaphyth, jedes Sproßglied setzt sich zusammen aus einem vollständigen Internodium, einem Knoten an dessen oberen Ende und einem Blatt mit breiter, oft ringförmig geschlossener Ansatzstelle.

B. Sprosse mit mehreren Reihen von Anaphythen (Fig. 4, 5, 6). Der Stengel erscheint hier vielfach als ein ungegliedertes Ganzes, dem die sich wiederholenden Rindenteile und Blätter angefügt sind. Nach Art der Pericaulomtheorie werden wir also von der zentralen Achse die Anaphythen unterscheiden, die mit ihren der Stengelrinde angehörenden Teilen zu einer geschlossenen Schicht zusammengefügt sind; oft sind diese Rindenteile als Blattpolster differenziert.

Nach der Symmetrie der Teilstücke unterscheiden wir:

a) Sprosse aus asymmetrischen, unter sich kongruenten Anaphythen (Fig. 1, 4). Hier sind alle „Spiralstellungen“ zusammengefaßt, die sich dadurch auszeichnen, daß durch eine Schraubenbewegung jedes Teilstück mit seinen Nachbarn zur Deckung gebracht werden kann.

b) Sprosse aus asymmetrischen, unter sich spiegelbildlich symmetrischen Anaphythen (Fig. 3, 6). Jedes Teilstück ist das Spiegelbild seiner Nachbarstücke.

c) Sprosse aus symmetrischen Anaphythen (Fig. 2, 5). Hier wird durch Vereinigung der Eigenschaften der beiden anderen Gruppen der höchste Grad von Symmetrie erreicht.

Für die einzelnen Gruppen genügt eine kurze Beschreibung:

Aa) Einfache Spiralstellung (Fig. 1 auf Abb. 2). Eine Schar entsprechender Punkte liegt jeweils auf einer Schneckenlinie. Die „organische Achse“ kann mit der Achse der Kon-

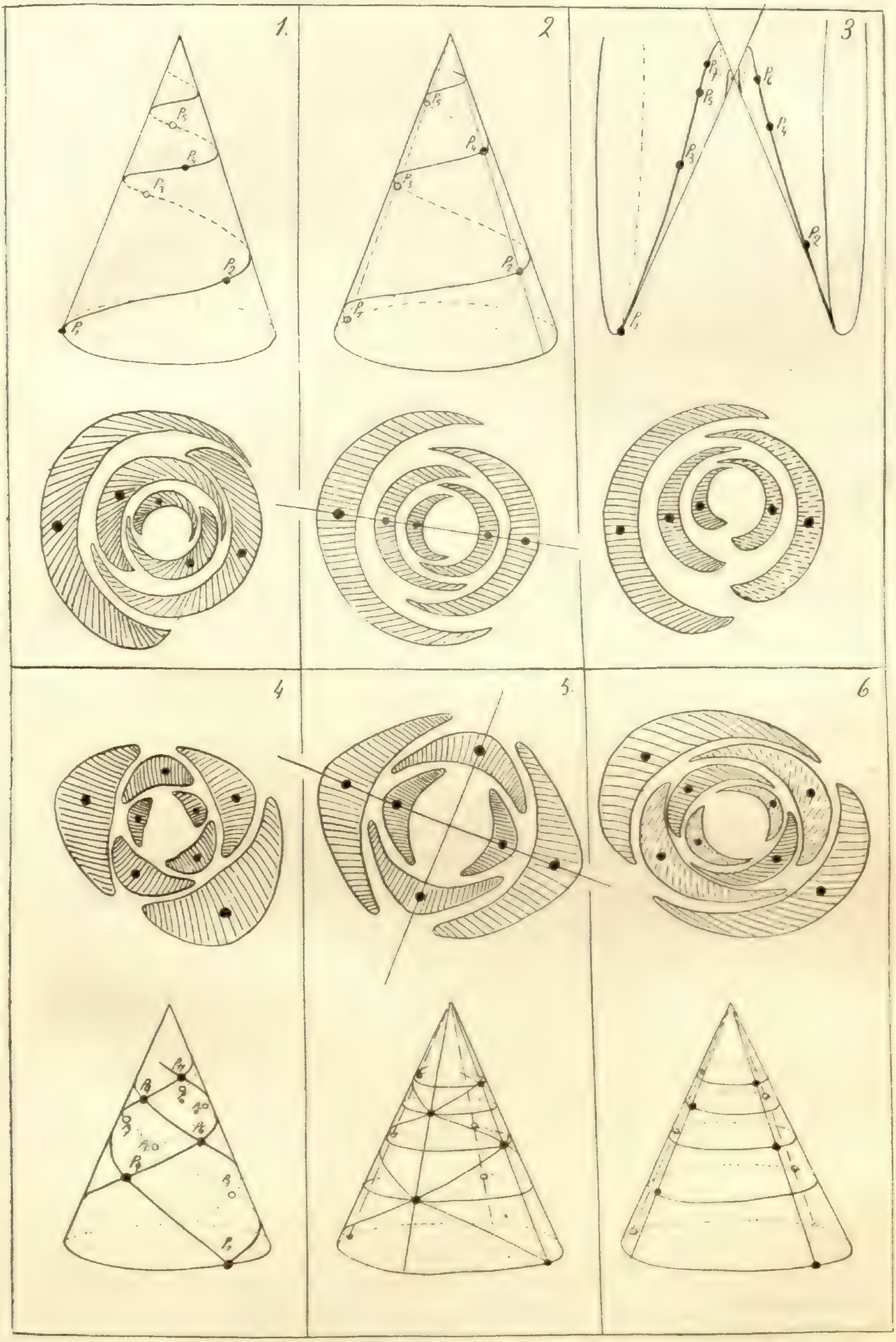

1.
P5
P4
P3
P2
P1
2
P5
P4
P3
P2
P1
3
P7
P5
P3
P1
P6
P4
P2
4
5.
6

Abb. 2. System der Blattstellungen. 1. Einfache Spiralstellung. 2. Zweizeilig symmetrische Stellung. 3. Zweizeilig dorsiventrale Stellung. 4. Zusammengesetzte Spiralstellung. 5. Symmetrische Quirlstellung. 6. Schiefe Quirlstellung.

struktionskegel zusammenfallen oder sich um dieselbe herumwinden. Häufig nähert sich der Divergenzwinkel dem Werte von 180 ° und die Anaphythen werden annähernd symmetrisch. Dadurch geht die Stellung in die folgende über[1]).

Ac) Zweizeilig symmetrische Stellung (Fig. 2 auf Abb. 2). Der Divergenzwinkel ist 180 °; eine Schar entsprechender Punkte ordnet sich in zwei Mantellinien eines Kegels (Orthostichen). Jeder Anaphyth, aber auch der ganze Sproß erhält eine Symmetrieebene. Die organische Achse ist oft in dieser Symmetrieebene schlangenförmig[2]) gekrümmt. Durch verschiedene Ausbildung der beiden Hälften des ganzen Sprosses und der einzelnen Anaphythen gelangen wir zur folgenden Stellung.

Ab) Zweizeilig dorsiventrale Stellung (Fig. 3 auf Abb. 2). Die Orthostichen der zweizeilig symmetrischen Stellung krümmen sich zu zwei Schneckenlinien, die der linken und rechten Hälfte eines Doppelkegels angehören. Die „organische Achse“ ist meist schlangenförmig oder zickzackförmig gekrümmt und regelmäßig gegen die konkave „Bauchseite“ des Sprosses hin gebogen.

Bb) Schiefe Quirlstellung (Fig. 6 auf Abb. 2). Es handelt sich hier um ein seltenes Stellungsgesetz, das aber von Interesse ist, weil es das System abrundet und die gegenseitige Verwandtschaft der Gruppen klarlegt[3]).

Eine Schar entsprechender Punkte verteilt sich auf vier symmetrisch angeordnete Mantellinien eines Kegels (vier Orthostichen); je zwei entsprechende Punkte liegen sich auf einem Parallelkreis (Quirl) diametral gegenüber.

Die stark asymmetrischen, sichelförmig gekrümmten Blätter der *Rochea falcata* zerfallen in zwei Gruppen, die Spiegelbilder voneinander darstellen. Je zwei benachbarte Reihen von Anaphythen zeigen, für sich betrachtet, die Eigenschaften eines zweizeilig dorsiventralen Sprosses, dessen organische Achse gerade ist; man kann also in der schiefen Quirlstellung eine Vervielfachung der zweizeilig dorsiventralen Stellung erblicken.

Wird der Abstand aller Orthostichen gleich (90 ° bei zweizähligen Quirlen) und werden die einzelnen Anaphythen symmetrisch, so erhalten wir die folgende Stellung.

---

[1]) Die Entwicklungsgeschichte vieler Monokotyledonen zeigt den Übergang in umgekehrter Richtung. „Scheiteltorsion“. Goebel: Allgemeine Organographie, p. 206.

[2]) Schüepp, Jahrb. f. wiss. Bot. LVII, p. 32.

[3]) Beispiel: *Rochea falcata.* Beschreibung und Abbildungen bei Goebel, l. c., p. 208.

Bc) Symmetrische Quirlstellung (alternierende Quirle) (Fig. 5 auf Abb. 2). Entsprechende Punkte liegen auf Quirlen und Orthostichen. Jeder Anaphyth ist symmetrisch gebaut, und der ganze Sproß zeigt so viele Symmetrieebenen, als Punkte auf einem Quirl vorkommen.

Durch Reduktion auf „einzählige Quirle“ würden wir wieder die zweizeilig symmetrische Stellung erhalten; wichtiger ist der Übergang zur letzten Stellung, der dadurch vermittelt wird, daß sich entsprechende Punkte auch durch Schneckenlinien verbinden lassen, die nach links und rechts in gleicher Zahl und mit gleicher Neigung ansteigen, und die oft in Knospenquerschnitten deutlich sichtbar werden.

Ba) Zusammengesetzte Spiralstellungen (Fig. 4 auf Abb. 2). Dieses Stellungsgesetz ist theoretisch weitaus am besten bearbeitet worden, so daß hier der Hinweis auf wenige Punkte genügt.

Eine Schar entsprechender Punkte liegt an den Kreuzungsstellen zweier Systeme von Schneckenlinien, die in entgegengesetzter Richtung an einer Kegelfläche aufsteigen. Jedes System besteht aus kongruenten Schneckenlinien, die in gleichen Abständen sich auf die Kegelfläche verteilen. Charakteristisch ist namentlich die Anzahl dieser „Parastichen“ oder „Kontaktzeilen“.

Haben die Parastichenzahlen keinen gemeinsamen Faktor (5 und 3; 3 und 2; 2 und 1), so läßt sich eine „genetische Spirale“ konstruieren. Wird diese auch zur Kontaktzeile und schließlich zur einzigen Kontaktzeile, so erhalten wir den Übergang zur einfachen Spiralstellung.

Haben die Parastichenzahlen einen gemeinsamen Faktor, z. B. 2 und 6 den Faktor 2, so liegen je zwei Anaphythen auf einem Quirl. Wird Zahl und Neigung der beiderlei Parastichen gleich groß, so entstehen aus den „gedrehten Quirlen“ die symmetrischen Quirle.

Häufig wird in beiden Systemen die Distanz der Parastichen gleich groß und es schneiden sich außerdem die Parastichen rechtwinklig; in diesen Fällen können die Ansatzstellen der Blätter durch sich berührende Kreise auf einer Kegelfläche schematisch dargestellt werden[1][2].

---

[1] VAN ITERSON, Math. u. mikroskop. anatomische Studien über Blattstellung, Jena 1907.

[2] Die in diesem Aufsatz nicht behandelte Erscheinung der Anisophyllie umfaßt Zwischenformen von Blattstellungen niedriger und hoher Symmetrie, die aus ungleichen Teilstücken bestehen.

3. Mathematische Begründung des Systems.

Das geschilderte System der Blattstellungen ist entstanden durch die Vereinigung biologischer Beobachtungen mit geometrischen Überlegungen; es ist nicht nur in biologischer, sondern auch in mathematischer Beziehung ein geschlossenes System.

Die in der Natur vorkommenden Blattstellungen stellen die Gesamtheit der Lösungen des folgenden Problems dar: Man bestimme alle regelmäßigen, unbegrenzt sich fortsetzenden Anordnungen von gleichsinnig oder ungleichsinnig ähnlichen Teilkörpern. Die geforderte Regelmäßigkeit der Anordnung bedeutet, daß jeder Teilkörper mit seinen Nachbarkörpern in gleicher Art und mit entsprechenden Flächen zusammenhänge. Die Ähnlichkeit im strengen mathematischen Sinn bedeutet Formgleichheit und Wachstum in geometrischer Progression.

Damit das Problem lösbar sei, damit die Teilkörper in Flächen zusammenhängen und sich nicht bloß in Punkten berühren, müssen bestimmte Bedingungen erfüllt sein. Für die Anordnung in einer Reihe lauten diese sehr einfach: Jeder Teilkörper muß zwei gleichsinnig oder ungleichsinnig ähnliche Grenzflächen haben, die man sich anschaulich als Schnitte durch den Stengel oder die Stengelrinde vorstellen kann. Für die schichtförmige Anordnung in zwei sich kreuzenden Richtungen kommen weitere Bedingungen über Ähnlichkeitsverhältnis (Wachstumsgröße) und gegenseitige Lage der Grenzflächen hinzu.

Dehnt man das Problem aus auch auf die regelmäßigen Anordnungen kongruenter oder symmetrischer Körper, so kommen neue Möglichkeiten hinzu; ich erwähne die fünf regulären Polyeder, die als Symmetrieformen niedriger Organismen ebenfalls von Bedeutung sind[1]).

Betrachtet man ferner die Anordnung kongruenter oder symmetrischer Teilkörper nach drei im Raume sich kreuzenden Richtungen, so erhält man als Lösungen die sämtlichen Symmetrieklassen der Kristalle.

4. Biologische Bedeutung des Systems.

Die mathematische Bearbeitung leistet dem Biologen den Dienst, für das Gesetz der Blattstellungen eine zusammenfassende Formulierung zu geben; sie zeigt auch, welche Voraussetzungen notwendig gemacht werden müssen. Sache des Biologen ist es, die Bedeutung dieser Voraussetzungen und damit des ganzen Systems zu prüfen.

---

[1]) Man vergleiche das „promorphologische System“ Häckels in der „Generellen Morphologie der Organismen“.

Voraussetzung ist die periodische Entstehung gleicher Stücke aus der embryonalen Masse des Vegetationspunktes.

Voraussetzung ist ferner das Wachstum dieser Stücke nach dem Gesetz der geometrischen Progression[1]).

Voraussetzung ist eine gegenseitige Anpassung der Teilstücke, die sich wohl aus der Entstehungsweise derselben und der Mitwirkung mechanischer Spannungen erklären läßt.

Die Art der Blattstellung scheint dann bestimmt zu sein durch die Form der Teilstücke. Unsymmetrische, unter sich gleiche Teilstücke bedingen Spiralstellung; unsymmetrische Teilstücke in zweierlei spiegelbildlich gleichen Gestalten bedingen dorsiventrale zweizeilige Stellung oder schiefe Quirle; symmetrische Teilstücke bedingen die symmetrischen Sproßformen. Breite Ansatzstellen der Blätter bedingen die Stellungen in einer Reihe, schmale Ansatzstellen die Anordnungen in mehreren Reihen.

Es läßt sich also die Art der Blattstellung in weitgehendem Maße mit der Form der Teilkörper in Verbindung bringen. Setzt man die Form der Teilkörper als gegeben voraus, so läßt sich daraus die Art der Blattstellung ableiten.

Die Regelmäßigkeit der Blattstellungen aber, welche die auffälligste Tatsache ist, wird dadurch nicht erklärt; die Regelmäßigkeit mußte bei der mathematischen Bearbeitung des Problems ausdrücklich unter die Voraussetzungen aufgenommen werden.

Die Analogie der Formgesetze spricht für den Versuch, die Regelmäßigkeit der Blattstellungen wie diejenige der Kristallformen auf eine regelmäßige Anordnung der kleinsten Teile zurückzuführen.

Das Protoplasma, von dem die Formbildung ausgeht, ist ein Kolloid, das durch Intussusception wächst; es muß also nach unseren physikalisch-chemischen Vorstellungen voneinander getrennte Teilchen enthalten, zwischen denen eine starre Verbindung nicht bestehen kann. Soll dennoch eine Ordnung zustande kommen, die die ganze embryonale Masse zur Einheit werden läßt, so müssen wir die Annahme machen, daß die isolierten Protoplasmateilchen Richtkräfte aufeinander ausüben können.

In den Gesetzen der Blattstellung erkennen wir eine von innen heraus bedingte Ordnung, einen Hinweis auf die Autonomie des Lebens.

Reinach bei Basel, März 1921.

---

[1]) Man vergleiche: O. SCHÜEPP, Über Form und Darstellung der Wachstumskurven. Diese Berichte XXXVIII, 1920, p. 193—199.

41. R. Kräusel: Ist Taxodium distichum oder Sequoia sempervirens Charakterbaum der deutschen Braunkohle?

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 25. März 1921. Vorgetragen in der Maisitzung.)

In seiner unter gleichem Titel veröffentlichten Mitteilung kommt KUBART (1921) zu dem Ergebnis, daß die u. a. von mir in einer erst kürzlich erschienenen Notiz (1921) wie schon früher ausgesprochene Ansicht nicht als gesichert angesehen werden kann, wonach einer der lebenden *Sequoia sempervirens* Endl. nahestehenden tertiären *Sequoia*art bei der Bildung der deutschen Braunkohlenlager eine mindestens ebenso große, wahrscheinlich aber größere Rolle zugesprochen werden muß, als der Sumpfzypresse. Da diese Frage, wie KUBART selbst betont, einerseits von allgemeiner Bedeutung ist (man vergleiche dazu GOTHAN, 1920, S. 185[1]), andererseits die von ihm geäußerten Zweifel unbegründet erscheinen, seien einige abschließende Bemerkungen hierzu gestattet. Hinsichtlich der Einzelheiten kann auf KUBARTs Aufsatz sowie eigene frühere Mitteilungen verwiesen werden. Nach den Befunden einer ganzen Reihe neuerer Beobachter (LINGELSHEIM, GOTHAN, PRILL, KRÄUSEL, MATHIESEN) unterscheidet sich das Holz von *Taxodium distichum* Rich. und *Sequoia sempervirens* Endl. nur durch den Bau der Holzparenchymquerwände, die bei dieser glatt, bei der Sumpfzypresse dagegen „knotenförmig verdickt“ (GOTHAN) oder „getüpfelt“ (LINGELSHEIM) sind. Daß beide Beobachter hier das gleiche Merkmal meinen, ist bereits a. a. O. (Notizen 1920, S. 208) betont und das darauf bezügliche Mißverständnis von STOPES sowohl wie — auf diesem wieder beruhend — von SEWARD richtiggestellt worden. Es ist also nicht mehr möglich, die Äußerungen dieser beiden Autoren als Stütze etwaiger Bedenken anzuführen. KUBART glaubt auch, aus meinen eigenen Worten „nun mag ja jüngeres Holz (von *T. distichum*) die typischen Holzparenchymquerwände nicht immer zeigen“, einen gewissen Zweifel an der Stichhaltigkeit des Merkmals herleiten zu können. Auch das ist nicht richtig. Jene Worte sind nur der Ausdruck der wiederholt betonten Tatsache, daß bei jungem Holz die typischen Verdickungsknoten (ebenso wie die „taxodioiden“ Kreuzungsfeldtüpfel) noch nicht sehr deutlich ausgebildet sind und aus diesem Grunde eben nur altes Stammholz mit Sicherheit erkannt werden kann. Bei jungem *Taxodium*holz besteht also die Möglichkeit, daß es mit *S. sempervirens* verwechselt werden könnte, weshalb alle Untersuchungen von Braunkohlenhölzern, wie schon mehrmals betont wurde, nur große Stämme berücksichtigen sollten. Mit dieser schon früher gegebenen Einschränkung halte ich das Merkmal mit GOTHAN und LINGELSHEIM allerdings für durchaus stichhaltig, da ich es an zahlreichen Präparaten immer wieder bestätigt gefunden habe.

---

[1] Auch POTONIÉ, R., in Naturw. Wochenschr. N. F. XX, 1921, S. 225.

Allerdings bestand in der Beweisführung noch eine Lücke: das Fehlen einwandfreier Angaben über *T. mexicanum* Carr. Sie nunmehr zum Teil ausgefüllt zu haben, ist das Verdienst KUBARTs, der den Bau des jungen Astholzes dieser Art mitgeteilt hat. Seiner Deutung kann ich aber nicht beistimmen. Er hatte die große Freundlichkeit, mir seinerzeit sein Präparat zur Verfügung zu stellen mit der Bitte, es zu „bestimmen“. Hierzu wären aber nähere Angaben über das Alter des Holzes oder noch besser eine Probe desselben nötig gewesen; denn jeder, der sich mit der Anatomie der Koniferenhölzer beschäftigt hat, weiß, wie mißlich es ist, auf Grund eines einzelnen Präparates urteilen zu müssen. Hätten aber jene Angaben vorgelegen, so hätte die Diagnose nur „*Taxodium*“ lauten können, denn die Verdickungsknoten sind schon sehr deutlich ausgeprägt, viel stärker, als man es jemals bei *S. sempervirens* und oft sogar *T. distichum* in so jungem Holze findet. Das Präparat enthält zwei Tangentialschnitte (auf diesem sind die Knoten allein sichtbar), von denen sich aber der eine sofort als anomales Wundholz zu erkennen gibt. Dieses besteht nur aus parenchymatischem Gewebe, Tracheiden fehlen auf dem über 80 Zellen breiten Schnitt durchaus. Die Querwände stehen viel enger als normalerweise und sind auffallend dünn. Auch sonst zeigen sich Abweichungen im Bau. Die typischen Tangentialtüpfel fehlen mit ganz wenigen Ausnahmen, die Längswände zeigen dicke Knoten und schließlich löst sich stellenweise, offenbar in nächster Nähe der Wunde, das Gewebe in ein ganz regelloses Zellnetz auf (Abb. 1). Vielleicht hat dieser Schnitt KUBART ebenso wie einen anderen Beobachter dazu geführt, ein Überwiegen der glatten Querwände anzunehmen. Aber es ist bereits früher betont worden (1920, S. 432 u. f.), daß dieses anormale Gewebe bei der Beurteilung auszuschalten ist. Daß sich übrigens gerade auch dieses Wundparenchym von dem bei *Sequoia* auftretenden unterscheidet, sei nur nebenbei bemerkt. Bei *Sequoia* kommt es oft zur Ausbildung unvollständiger, von allseits getüpfelten, dickwandigen Parenchymzellen umgebener Harzgänge (a. a. O., S. 432[1]). Das normale Holz bietet ein ganz anderes Bild. Auf 120 tangentiale Tracheidenreihen kommen hier nur sechs Holzparenchymreihen mit zahlreichen Tangentialtüpfeln, anders gebauten Längs- und viel weiter voneinander entfernten Querwänden. Ihre Gesamtzahl betrug 64; davon waren typisch verdickt (Abb. 2 und KUBARTs Abb. 1a und b; auch 2a!) 26 = 40,6 %. Ansätze dazu waren vorhanden bei 10 = 15,6 %, während 28 = 43.8 % ganz „glatt“ waren. Ein gleiches Verhältnis dürfte für *S. sempervirens* kaum nachzuweisen sein, die Ansicht, daß „*T. mexicanum* scheinbar einen *S. sempervirens* mehr oder minder gleichen Bau besitzt“, trifft daher für das vorliegende Präparat nicht zu. Richtig ist vielmehr, daß das Astholz der von BEISSNER als *T. mexicanum* anerkannten

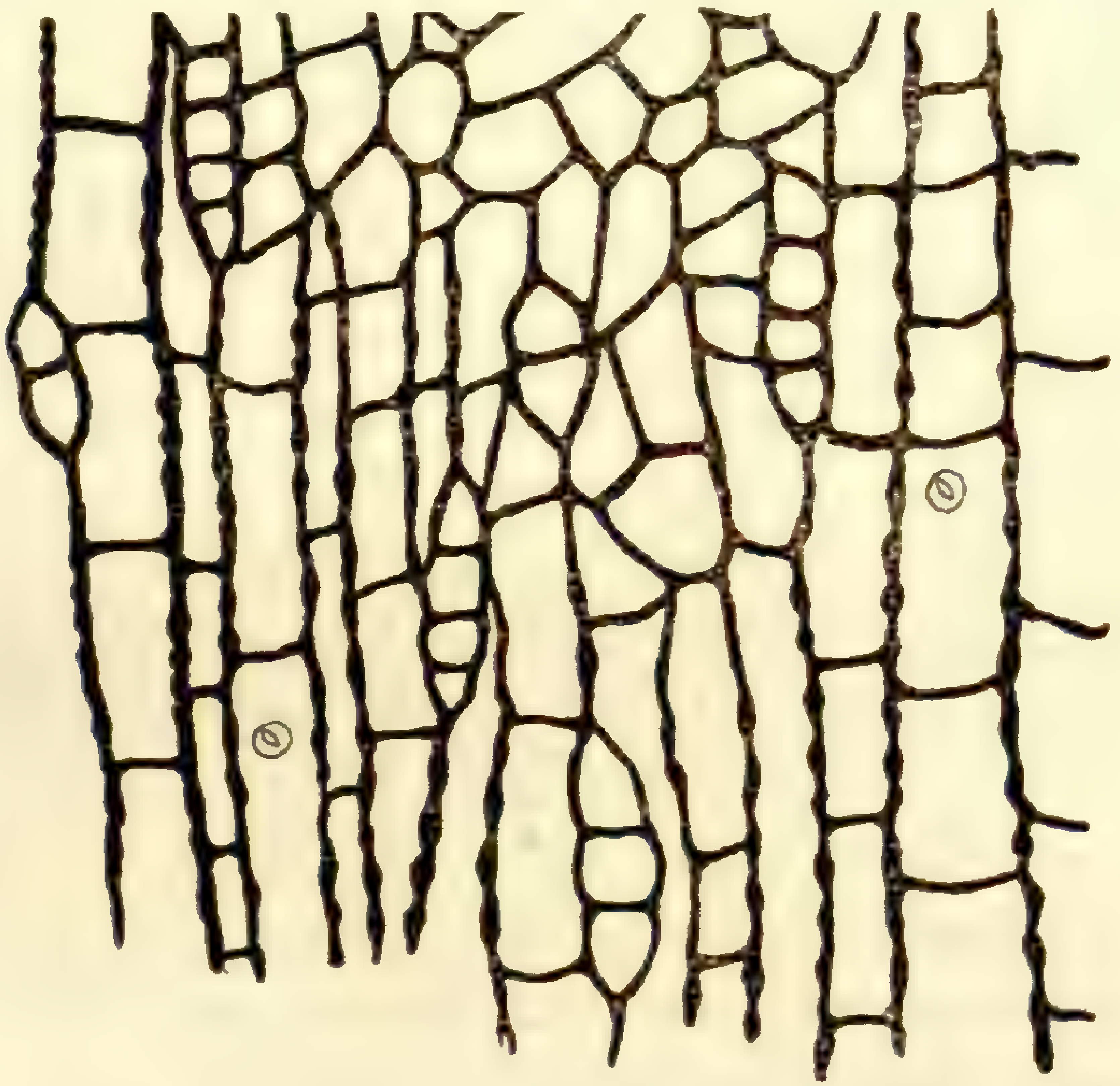


Abb. 1. Wundparenchym von *Taxodium mexicanum*. $\frac{100}{1}$

---

[1] Übrigens liegt gerade in dem Nachweis dieser Wundharzgänge an zahlreichen Stämmen aus der Braunkohle, z. B. aus den autochthonen Flözen von Senftenberg (Mark) und Moys (bei Görlitz) ein zweiter Beweis für das Auftreten von *Sequoia* in den Braunkohlenwäldern. Neuerdings konnte ich sie auch an aufrechtstehenden Stümpfen aus dem Liegenden einiger Braunkohlenlager Süd-Limburgs wiederfinden, Herr SCHÖNFELD-Dresden hatte die Freundlichkeit, mir das gleiche Ergebnis für die sächsische Braunkohle mitzuteilen. Bei der Sumpfzypresse sind derartige Harzgänge noch nie beobachtet worden, sie finden sich nur bei *Sequoia*.

Pflanze eine starke Tendenz zur Ausbildung der verdickten Querwände aufweist, stärker als sie mitunter bei *T. distichum* beobachtet werden kann, und sich dadurch ebenso wie durch den Mangel der Harzgänge im Wundparenchym von *S. sempervirens* unterscheidet.

Um den Einwand zu entkräften, daß diese Deutung erst gewonnen wurde, nachdem die Herkunft des Holzes bekannt war (tatsächlich war dies nicht der Fall), wurde es einigen anderen Untersuchern vorgelegt, denen ich für die bereitwillige Unterstützung zu Dank verpflichtet bin. Aus dem schon erwähnten Grunde entschied sich einer von ihnen für *Sequoia*, betont aber, daß für eine eindeutige Bestimmung mehr Material notwendig wäre. Herr GOTHAN schreibt: „Das Holz ist etwas jung für eine genaue Bestimmung, doch möchte ich wegen der häufigen starken Verdickung der Holzparenchymquerwände am liebsten an *Taxodium* denken.“ Und zum gleichen Ergebnis kommen die Herren LINGELSHEIM und ECKHOLD.

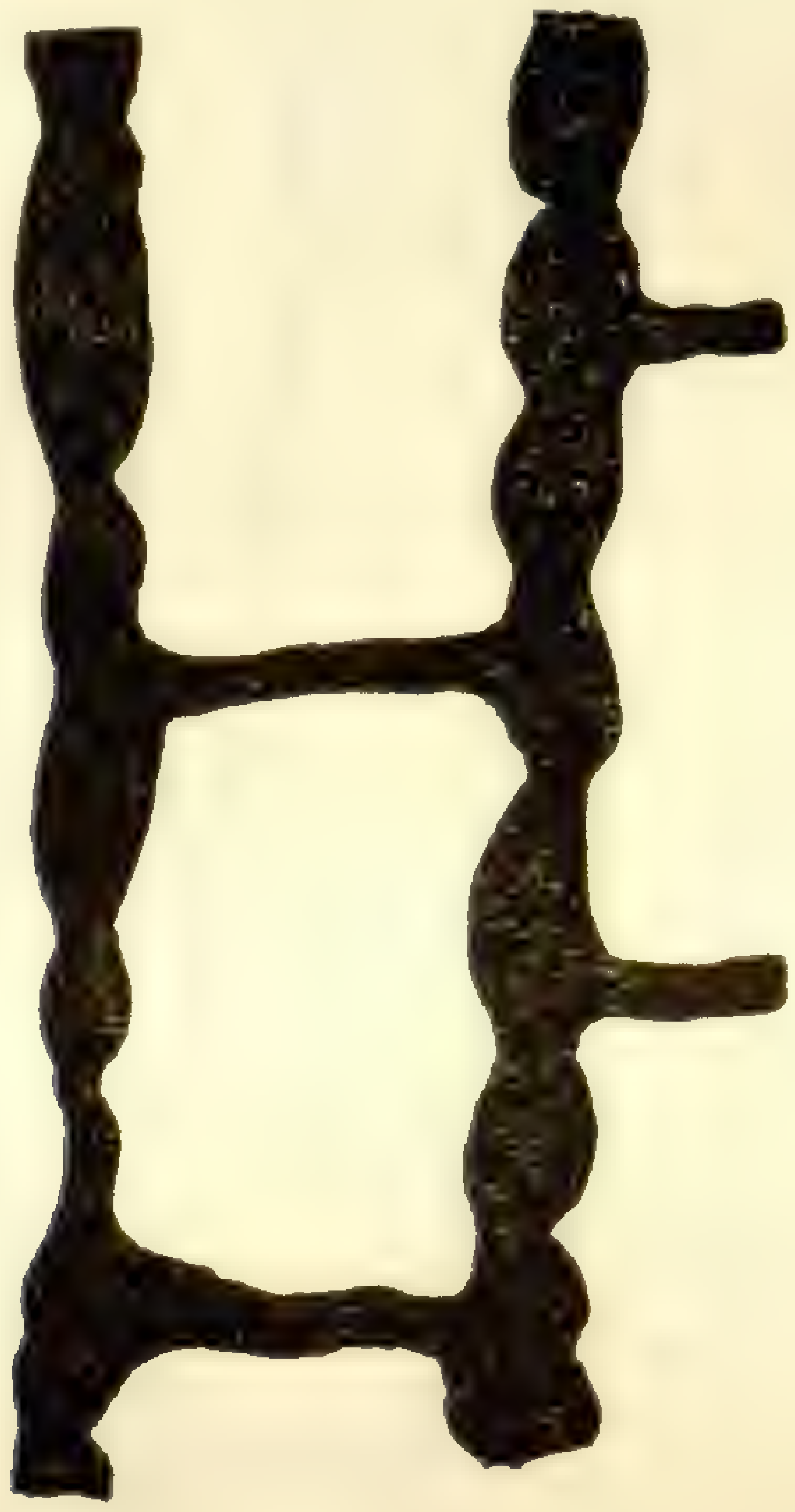


Abb. 2. *Taxodium mexicanum.* Parenchymzellen aus dem Wundholz. $\frac{800}{1}$

Vier Beobachter bestimmten das Holz also richtig, woraus der diagnostische Wert des Merkmals deutlich hervorgeht. Es gilt wie für *T. distichum* auch für das bis jetzt einzige einwandfrei untersuchte Exemplar von *T. mexicanum.* Die beiden morphologisch einander so nahestehenden Arten, die ja von vielen Systematikern als zu einer Art gehörend betrachtet werden, zeigen danach auch den gleichen (Ast)holzbau, und die starke Ausprägung des Merkmals bei *T. mexicanum* läßt den Schluß zu, daß dies erst recht für älteres Holz gelten wird. Somit bietet gerade das Holz von *T. mexicanum* eine ausgezeichnete Bestätigung der von Gothan und mir vertretenen Anschauung.

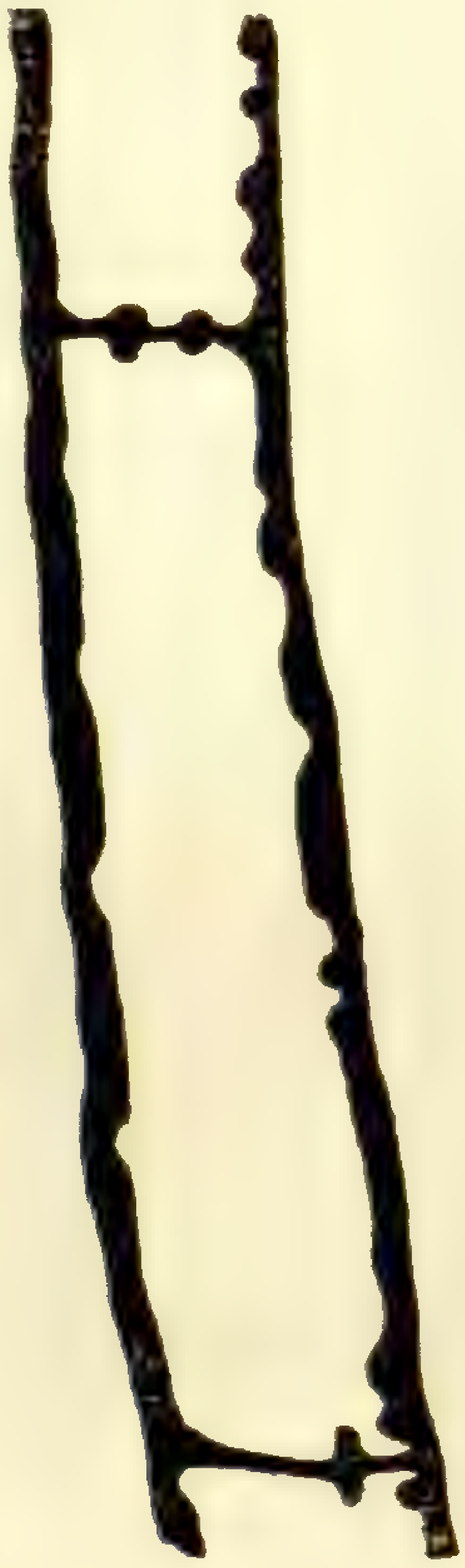


Abb. 3. *Taxodium mexicanum.* **Normale Holzparenchymzelle mit taxodioiden Querwänden und getüpfelten Längswänden.** $\frac{400}{1}$

Alle Beobachter weisen auf einige auffallende Bildungen hin. Die eigentümliche Ausbildung des Wundholzes wurde bereits geschildert. Zum ersten Male sah ich hier einen völligen Mangel der sonst stets häufigen Tangentialtüpfel, sowie die starken, knotenförmigen Verdickungen der radialen Längswände, die dadurch ein „perlschnur"artiges Aussehen bekommen (Abb. 2). Im normalen Holze sind sie dünner, aber auch hier treten Tüpfel auf, so daß die Längswände einigermaßen den „taxodioiden" Querwänden gleichen (Abb. 3). Ob es sich hier um ein diagnostisch wertvolles Merkmal oder nur den Beginn der anormalen Entwicklung handelt, müßten erst weitere Untersuchungen klären. Jedenfalls ist aber auch im Wundholz das Bild ein ganz anderes als bei *Sequoia*, und auch dadurch lassen sich *Taxodium* und *Sequoia* voneinander unterscheiden.

Jedenfalls gilt nach wie vor, nach KUBARTs Befund mehr denn je: Tertiäre Koniferenhölzer des bewußten Baues ohne verdickte Holzparenchymquerwände (normales Stammholz!) entsprechen *Taxodioxylon sequoianum* (tertiäre Form von *S. sempervirens*) und jene der gleichen Bauart aber mit verdickten und getüpfelten Querwänden *Taxodioxylon taxodii (Taxodium distichum* des Tertiärs incl. *T. mexicanum)*. Die darauf begründeten Anschauungen über die Vegetation der Braunkohlenwälder bestehen zu Recht, zumal das häufige Vorkommen von *Taxodioxylon sequoianum* in ihnen auch durch den Nachweis des Wundholzes mit seinen charakteristischen Harzgängen einwandfrei sichergestellt ist.

Frankfurt am Main, März 1921.

Literaturnachweis.

Zu den von KUBART genannten Arbeiten (diese Berichte XXXIX, S. 30) treten noch folgende Arbeiten:

GOTHAN, W., 1920, in POTONIÉ, Die Entstehung der Steinkohle. 6. Aufl.
KRÄUSEL, R., 1920, Paläobotanische Notizen I—III. Senckenbergiana II.
KUBART, B., 1921, Ist *Taxodium distichum* oder *Sequoia sempervirens* Charakterbaum der deutschen Braunkohle? Ber. Deutsche Botan. Ges. XXXIX.

42. O. Renner: Das Rotnervenmerkmal der Önotheren.

(Eingegangen am 8. April 1921. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Wie HERIBERT-NILSSON entdeckt hat, gibt es bei *Oenothera Lamarckiana* keine homozygotisch-rotnervigen Individuen, alle untersuchten Rotnerven spalten Weißnerven ab, sind also im R-Faktor heterozygotisch. Das Fehlen der R-Homozygoten erklärte HERIBERT-NILSSON zuerst (1915a) als Elimination, als Lebensunfähigwerden nach eingetretener Zygotenbildung. Bei monohybrider Spaltung müßte dann das Verhältnis rot : weiß = 2 : 1 sein, statt 3 : 1. Tatsächlich näherte sich das gefundene Verhältnis dem Wert 3 : 1 (1915b), und zur Erklärung nahm HERIBERT-NILSSON selektive Befruchtung an. Die R-Samenanlagen sollen nur von r-Pollenschläuchen befruchtet werden, und die „Substitution" der R- durch r-Schläuche in den R-Ovula soll ermöglicht sein durch „Prohibition" der R-Schläuche; diese sollen die Befruchtung der R-Embryosäcke nicht auszuführen vermögen und in der Mikropyle stecken bleiben, so daß nachfolgende r-Schläuche noch kopulieren können. Prohibition allein würde ja keine anderen Zahlenverhältnisse liefern als Elimination. Wie der Autor sich die abstoßende Wirkung denkt, darüber spricht er sich nicht aus.

Ich habe darauf hingewiesen (1917), daß die Entscheidung zwischen Elimination und Substitution zu gewinnen sei aus dem Zahlenverhältnis zwischen gesunden und tauben Samen. Die weißnervige *Oe. Lamarckiana* hat ungefähr 50 % taube Samen, in denen die gaudens- und die velans-Homozygoten vorliegen; die Deutung wird auch von HERIBERT-NILSSON anerkannt. Kommen noch lebensunfähige R-Homozygoten hinzu, so muß die Zahl der gesunden Samen abnehmen. Bei Substitution dagegen müßte die Samenbeschaffenheit der Rotnerven die gleiche sein wie die der Weißnerven. Die 1917 mitgeteilten Zahlen sind zusammengenommen:

Weißnerven: gesund 855 = 41,0 %; taub 1257 = 59,0 %.
Rotnerven: „ 249 = 27,3 %; „ 663 = 72,7 %.

Auf Grund dieses Befundes habe ich die Substitutionshypothese abgelehnt, und ich halte das noch heute für richtig. Da aber HERIBERT-NILSSON in einer ausführlichen Arbeit (1920) seine

Hypothese aufrechterhält und meine Auswertung der tauben Samen in **diesem** Fall für ungereimt erklärt — die Motivierung ist für einen Autor wie HERIBERT-NILSSON erstaunlich unlogisch —, so habe ich mir im vergangenen Sommer die eigentlich überflüssige Mühe gemacht, noch einige besondere Versuche anzustellen. Blüten jeweils desselben Individuum von rot- und weißnerviger *Oe. Lamarckiana* wurden mit dem Pollen von rot- und weißnervigen Sippen bestäubt; bei den Früchten der Rotnerven muß die Verwendung „roten“ Pollens die Zahl der gesunden Samen herabdrücken, gegenüber der Zahl, die durch „weißen“ Pollen erzeugt wird, die Früchte der Weißnerven dürfen eine solche Verschiebung nicht zeigen. Der Pollen wurde verwendet von: *Oe. Lamarckiana*, *Oe.* (*biennis* × *Lam.*) *velutina* F_1 und *laeta* F_1, *Oe. biennis*, alle Formen sowohl rot- wie weißnervig; die weißnervige *biennis* stammt aus Kreuzungen der gewöhnlichen rotnervigen Sippe. Was die Zusammensetzung des Pollens betrifft, so sind nur in dem der *Oe. Lamarckiana* zwei Komplexe aktiv, während der Pollen der anderen Materialien nur *velans* bzw. *gaudens* bzw. *rubens* enthält: *rubens* kann als mit *gaudens* identisch angesehen werden. In bezug auf den Faktor für Nervenfarbe ist der Pollen der Rotnerven bei *Lamarckiana* und *velutina* zweiförmig, teils R, teils r, dagegen haben *laeta* und *biennis*, wenn sie rotnervig sind, nur R-Pollen. Die R-Homozygoten auf rotnerviger *Lamarckiana* sollten also bei Verwendung des Pollens von rotnerviger *laeta* und *biennis* besonders häufig sein:

Lam. rot 1 × *Lam.* weiß:	28 gut,	73 taub;	× *Lam.* rot 1:	38 gut,	111 taub
„ „ 3 × *velut.* „	48 „	77 „	× *velut.* rot	14 „	117 „
„ „ 1 × *laeta* „	209 „	139 „	× *laeta* „	52 „	109 „
„ „ 2 × *bien.* „	86 „	50 „	× *bien.* „	128 „	117 „
„ rot × weiß:	375 „	355 „	rot × rot:	232 „	454 „
	51,4 %	48,6 %		33,8 %	66,2 %
Lam. weiß 1 × *velut.* weiß:	55 gut,	112 taub;	× *velut.* rot:	127 gut,	235 taub
„ „ × *laeta* „	185 „	131 „	× *laeta* „	101 „	60 „
„ „ × *bien.* „	61 „	49 „	× *bien.* „	67 „	87 „
„ weiß × weiß:	251 „	292 „	weiß × rot:	295 „	382 „
	46,2 %	53,8 %		47,0 %	53,0 %

Eine Diskussion der einzelnen Versuche lohnt sich nicht. Die durchschnittliche Vermehrung der tauben Samen von 48,6 % auf 66,2 %, die in den Früchten der rotnervigen *Lamarckiana* bei Verwendung des Pollens von Rotnerven statt von Weißnerven eintritt, gegenüber den Zahlen 53 % und 53,8 % bei den Früchten der weißnervigen Sippe, beweist, daß die RR-Zygoten gebildet werden, aber bald absterben.

Nach der Widerlegung der Substitutionshypothese habe ich das Zahlenverhältnis zwischen Rot- und Weißnerven so erklärt: es werden nicht R-Eizellen durch Prohibition für Befruchtung durch r-Pollenschläuche aufgespart, sondern es kommen mehr rote Pollenschläuche zur Befruchtung als weiße. Und ich habe dazu bemerkt: „es müßte erst noch entschieden werden, ob die R-Pollenkörner infolge eines „Reduplikations"-Vorgangs in größerer Zahl gebildet werden als die r-Pollenzellen, oder ob die Pollenschläuche mit dem R-Faktor rascher wachsen als die ohne diesen Faktor. Im zweiten Fall wäre jedenfalls eine hohe Variabilität in den Zahlenverhältnissen der Zygoten zu erwarten" (1917, S. 155). Entgangen ist mir damals, das HERIBERT-NILSSON selber zur Erklärung kleinerer Abweichungen (1,2 statt 1) die Möglichkeit verschiedener Pollenwachstumgeschwindigkeit herangezogen hat (1915, S. 26). HERIBERT-NILSSON begegnet nun (1920) das gleiche, denn er schreibt, ich hätte Reduplikation angenommen. In Wirklichkeit war es nur eine Konzession an ihn, wenn ich überhaupt von Reduplikation sprach, weil ich der BATESONschen Hypothese, vollends in der Erweiterung, die HERIBERT-NILSSON ihr gegeben hat, schon damals sehr skeptisch gegenüberstand. BATESON kennt nur Gametenserien von der Form n RA : n ra : 1 Ra : 1 rA, wobei die Kombinationen RA und ra auf Kosten von Ra und rA vermehrt sind, die Faktoren R, r, A, a, für sich betrachtet, gleich häufig auftreten; HERIBERT-NILSSON läßt einfach R sich häufiger bilden als r.

Jetzt führt HERIBERT-NILSSON auch die stärksten Abweichungen vom Spaltungsverhältnis 1 : 1 in unserem Fall hauptsächlich auf Verschiedenheit der Pollenwachstumsschnelligkeit zurück. Für die Konkurrenz zwischen den genotypisch verschiedenen Pollenschläuchen prägt er den Ausdruck Zertation („von certatio-Wettlauf"), nachdem ich (1917) vom „Wettlauf der männlichen Prothallien von der Narbe bis zum Embryosack" gesprochen habe. Äquationskreuzungen nennt er solche, bei denen einheitlicher Pollen in Aktion tritt, folglich Zertation fehlt, also z. B. die Verbindung *Oe. Lam.* rotnervig × *Lam.* weißnervig; hier tritt in der Nachkommenschaft das glatte Verhältnis Rot : Weiß = 1 : 1 auf. Zertationskreuzungen sind die Verbindungen mit dem Pollen der rotnervigen *Lamarckiana*; hier überwiegen z. B. bei der Kreuzung *Lam.* weiß × *Lam.* rot gewöhnlich die Rotnerven weit. Aber der Beweis, daß es sich dabei wirklich um „Zertation" handelt, ist streng nur durch den Vergleich des Erfolgs reichlicher und spärlicher Bestäubung zu erbringen. Ich kenne einen Fall, in dem in den Eizellen nur R-*velans* vorkommt, im Pollen R- und r-*velans* aktiv sind, also die „Gametenrepräsentation“ in beiden Geschlechtern ganz verschieden ist. HERIBERT-NILSSON, der an Reduplikation glaubt, müßte durch spärliche Bestäubung beweisen, daß die R-Gonen im Pollen nicht vermehrt sind. —

Meine Versuche, das Verhältnis zwischen den Zwillingen *laeta* und *velutina* in der Kreuzung *Oe. biennis* × *Lamarckiana* als durch verschiedenes Pollenwachstum bedingt darzutun (1919, S. 319), sind für HERIBERT-NILSSON „nicht beweisend“. Im ersten sind es bei reichlicher Bestäubung 14 *laeta* und 66 *velutina*, bei spärlicher im ungünstigsten Fall, die 10 unsicheren Individuen alle zu *velutina* gerechnet, 43 *laeta* und 55 *velutina*; der Prozentsatz der *laeta* ist also durch Verminderung der Konkurrenz zwischen den *gaudens*- und den *velans*-Pollenschläuchen von 17,5 % auf 43,9 % erhöht. Im zweiten Versuch sind es 27 *laeta* und 16 *velutina* gegen 20 *laeta* und 16 *velutina*, der Prozentsatz an *laeta* ist von 67,8 % auf 55.6 % erniedrigt. HERIBERT-NILSSON bemängelt vor allem, daß „man keinen Aufschluß darüber erhält, welche Pollenart, *gaudens* oder *velans*, schneller wächst“. Die Vorstellung, die eine Pollensorte müsse unter allen Bedingungen, z. B. bei jedem Alter des Pollens, rascher wachsen als die andere[1]), ist ganz unphysiologisch. Schon DE VRIES hat wieder und wieder beobachtet, daß bald *laeta* bald *velutina* überwiegt; unter welchen Bedingungen der *gaudens*-Pollen im Vorteil ist, unter welchen *velans*, wird nicht schwer zu ermitteln sein. Ob der Vorteil in größerer Wachstumsgeschwindigkeit oder etwa in höherer Keimfähigkeit besteht, ist auf keinem anderen Weg als durch verschieden reichliche Bestäubung zu entscheiden. HERIBERT-NILSSON hat in seinem Fall diese Entscheidung nicht versucht. Sicher unzutreffend ist außerdem die Vorstellung, daß die R-Schläuche in geschlossener Phalanx in den Fruchtknoten einrücken und in gemessener Entfernung die r-Schläuche ebenso geschlossen nachmarschieren. Nach diesem Schema könnten bei sehr reichlicher Bestäubung die weißen Schläuche den roten überhaupt keine Konkurrenz machen. Wie man sich die Konkurrenz überhaupt zu denken hat, bei transgressiver Variabilität der beiden Typen, hat CORRENS (1917, S. 695) ausgeführt.

HERIBERT-NILSSON vergleicht nun die Häufigkeit der Rotnerven bei den Verbindungen weiß × rot und rot × rot; der Pollen

---

1) **Anmerk. bei der Korrektur:** Eben hat CORRENS (Heriditas 1921, Bd. 2) nachgewiesen, daß bei *Melandrium* mit zunehmendem Alter des Pollens die Zahl der Männchen wächst.

stammt jeweils vom selben Individuum. Die Verbindung weiß × rot liefert einmal 4 rot : 1 weiß (bei 25 Pflanzen!); von der Verbindung rot × rot ist dann bei Elimination der R-Homozygoten das Verhältnis 4 + 1 = 5 rot : 1 weiß zu erwarten; bei voller Substitution wäre das Verhältnis 4 + 4 + 1 = 9 : 1. HERIBERT-NILSSON findet 5,4 : 1 (bei 103 Pflanzen!) und schließt daraus auf schwache Substitution: ein kleiner Teil der durch R-Schläuche verstopften R-Ovula soll durch r-Schläuche befruchtet worden sein. In anderen Versuchen ist die Zahl der Rotnerven nicht größer als sie bei Elimination zu erwarten ist, in wieder anderen sogar kleiner. Für jeden anderen als HERIBERT-NILSSON, der seine Prohibition nicht preisgeben möchte, liegt die Erklärung auf der Hand: Die relative Häufigkeit der zur Befruchtung kommenden R-Schläuche ist auch bei Verwendung desselben Pollenmaterials variabel, aus verschiedenen Ursachen. Nimmt man alle 7 Versuche zusammen, so kommen bei der Verbindung rot × rot 410 Rotnerven auf 108 Weißnerven, das Verhältnis ist 3,80 : 1, gegenüber dem aus der Verbindung weiß × rot bei Elimination zu erwartenden Verhältnis 2,73 + 1 = 3,73 : 1! HERIBERT-NILSSON schreibt 4 statt 3,8; so scheint nach der Tabelle der Wert gegen den für volle Substitution berechneten (6,4!) hin etwas verschoben. Dieses Material wagt HERIBERT-NILSSON als Beleg für seine Prohibitionshypothese anzubieten.

Die Homozygoteneliminierung kann in nichts anderem zum Ausdruck kommen als in einer gewissen Zahl tauber Samen; ich habe gezeigt daß diese da sind. Die von HERIBERT-NILSSON verteidigte Hypothese der Prohibition braucht andere Zahlenverhältnisse zwischen gesunden und tauben Samen als ich sie gefunden habe, und vor allem braucht sie prohibierte Pollenschläuche; er soll zeigen daß sie da sind.

Der Rotnervenfaktor wirkt bei allen mir bekannten *Oenothera*-Sippen, nicht bloß bei *Oe. Lamarckiana*, im homozygotischen Zustand letal. Die rotnervige *Oe. muricata* von Venedig trägt den R-Faktor in den *rigens*-Eizellen, nicht im *curvans*-Pollen, die rotnervige *Oe. biennis* umgekehrt im *rubens*-Pollen, nicht in den *albicans*-Eizellen. Wird solche *Oe. muricata* mit dem Pollen der *biennis* bestäubt, so dürfte nach HERIBERT-NILSSON keine Zygote zustande kommen, weil nur rote Samenanlagen und rote Pollenschläuche vorhanden sind. In Wirklichkeit werden die Früchte sehr samenreich, und die Samen enthalten sehr früh gehemmte Embryonen (1914, S. 124). Diese Zygoten sind nur deshalb lebensunfähig, weil sie im R-Faktor homozygotisch sind. Wird nämlich weißnervige *Oe.*

muricata — die süddeutsche Form oder eine durch Kreuzung und Rückkreuzung aus der rotnervigen Sippe gewonnene — mit dem Pollen der rotnervigen *biennis* bestäubt, so werden alle Samen gesund und liefern den von DE VRIES beschriebenen, von mir *rigida* genannten, heterozygotisch-rotnervigen Bastardtypus. Wird umgekehrt die rotnervige *muricata* mit dem Pollen der weißnervigen *biennis* bestäubt, die durch Kreuzung aus der gewöhnlichen rotnervigen gewonnen ist, so sind wieder alle Samen gesund.

Die Lebensunfähigkeit der R-Homozygoten gibt ein bequemes Mittel an die Hand, gewisse Komplexverbindungen, deren Aufzucht bei einem Versuch unerwünscht ist, aus der Saat auszuschließen. Soll z. B. geprüft werden, wie viele *curvans*-Eizellen *Oe. muricata* hat, so wird die rotnervige Rasse der Art mit dem Pollen der rotnervigen *biennis* bestäubt. Die wenigen keimfähigen Samen, die jetzt gebildet werden, stellen alle den „metaklinen“ Bastard *rubigracilis* = *curvans·rubens* dar (1919, S. 314). Soll ermittelt werden, ob der R-Faktor zwischen zwei Komplexen ausgetauscht wird, so kann die Elimination der R-Homozygoten ebenfalls zur Abkürzung der züchterischen Analyse verwendet werden. „Eine rotnervige *Oe.* [(*muric.* × *Lam.*) *velutina* × *muric.*] *gracilivelutina* — = R-*velans·curvans* — lieferte bei Bestäubung mit *biennis*-Pollen auf 142 taube Samen = R-*velans·rubens* (taub, weil im R-Faktor homozygotisch) nicht weniger als 21 *rubigracilis* = *curvans·rubens*“ (1919, S. 314), keine *fallax* = r-*velans·rubens*. *Fallax* und *rubigracilis* sind schon in den Keimschalen sicher zu unterscheiden, während die Rotnervigkeit erst an großen Rosetten sichtbar wird. Das Fehlen der *fallax* in den Schalen beweist, daß r-*velans*-Eizellen nicht vorhanden waren, daß also der R-Faktor nicht von *velans* auf *curvans* im Austausch gegen r übergeht. Ebenso gibt *Oe.* (*biennis* × *Lamarck*, rotnervig) *velutina* rotnervig, = *albicans*·R-*velans*, bei Bestäubung mit dem Pollen der rotnervigen *biennis* nur *biennis* = *albicans·rubens*, nicht *fallax*; folglich fehlen r-*velans*-Eizellen. Das ist auch durch andere Kreuzungen zu ermitteln, aber wenn die rotnervige *velutina* mit *muricata* ♂ oder mit *Hookeri* ♀ gekreuzt wird, so müssen die *velans*-Verbindungen aufgezogen werden, um zu zeigen, daß *velans* immer den R-Faktor besitzt. Im Pollen der rotnervigen *velutina* dagegen tauscht *velans* von dem inaktiven Partner *albicans* den r-Faktor gegen R ein. Bequem ist das wieder nachzuweisen etwa durch die Kreuzung *biennis* × *velutina*. Hier kommt *fallax* vor, die als R-*rubens*·r-*velans* entstanden sein muß: R-*rubens*·R-*velans* wird ja taub. Zur Kontrolle können immerhin die *velutina*-Individuen = *albicans·velans* aufgezogen werden, und sie erweisen sich tatsächlich als teils rot-, teils weißnervig.

Der Rotnervenfaktor ist bis jetzt aufgetreten als Bestandteil der Komplexe *rubens*, *gaudens*, *velans*, *rigens*, *^{h}Hookeri* (zu lesen *haplo-Hookeri*). Er hat sich auf keine Weise einlagern lassen in die Komplexe *albicans* und *curvans*. Als vorläufiger Wegweiser für die Analyse soll die Annahme dienen, daß die Aufnahme des r-Chromosoms, das den Faktor R tragen kann, aber nicht tragen muß, in die Komplexe *albicans* und *curvans* diesen die Lebensfähigkeit nimmt, und daß umgekehrt die Eingliederung des Chromosoms, das in *albicans* bzw. *curvans* dem r-Chromosom entspricht, aber mit ihm nicht identisch ist, für die Komplexe *rubens*, *gaudens*, *rigens* letal ist. Warum *velans* im Pollen der *biennivelutina* den R-Faktor an *albicans* abstoßen kann, ist noch unklar; vielleicht ist es wirklich der Faktor R, nicht das ganze r-Chromosom, was hier umgetauscht wird. Jedenfalls wird der R-Faktor bei der Chromosomenanalyse der Önotheren noch wichtige Dienste tun. Ob die Analyse bis zu den Einzelfaktoren vordringen kann, hängt davon ab, ob innerhalb der Chromosomen die Koppelung absolut ist oder nicht. Die allerwichtigste Frage aber, die es hier zu lösen gibt, ist die, ob das Fehlen von R-*albicans* und der entsprechenden Kombinationen wirklich auf deren Absterben beruht, wie oben angenommen, oder auf dem Ausbleiben ihrer Bildung, d. h. ob es eine Chromosomenkoppelung gibt.

Zitierte Literatur.

Correns, 1917. Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Sitzungsber. preuß. Ak. Wiss. 1917, 51, 685—717.

Heribert-Nilsson, 1915 a). Eliminierung der positiven Homozygoten bezüglich der Rotnervigkeit bei *Oenothera Lamarckiana*. Botan. Notiser 1915, 23—25.

— 1915 b). Die Spaltungserscheinungen der *Oenothera Lamarckiana*. Lunds Univ. Årsskrift, N. F., Avd. 2. 12. Nr. 1, 132 S.

— 1920. Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche und gestörte Mendelzahlen bei *Oenothera Lamarckiana*. Hereditas 1, 1920, 41—67.

Renner, 1914. Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera Lamarckiana* und einigen verwandten Arten. Flora 107, 1914, 115—150.

— 1917. Versuche über die gametische Konstitution der Önotheren. Zeitschr. f. ind. Abstamm. u. Vererbungslehre, 18, 1917, 121—294.

— 1919. Zur Biologie u. Morphologie der männlichen Haplonten einiger Önotheren. Zeitschr. f. Bot. 11, 1919, 305—380.

Sitzung vom 28. Oktober 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben unserer ordentlichen Mitglieder, der Herren Dr.

Manfred Mücke

in **Erfurt**, gestorben am 31. Juli 1921, Dr.

Friedrich Czapek,

Prof. der Botanik und Direktor des Botan. Instituts und Gartens in **Leipzig**, gestorben am 31. Juli 1921, und Dr.

Franz Schütt,

Prof. der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Museums in **Greifswald**, gestorben am 9. August 1921.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Der Vorsitzende gibt einen kurzen Bericht über die Generalversammlung in München am 8. und 9. August d. J.

Der Vorsitzende teilt mit, daß die Gesellschaft Herrn Prof. Dr. O. VON KIRCHNER in München zu seinem 70. Geburtstage ein Glückwunschtelegramm sandte, für das Herr VON KIRCHNER in einem Schreiben dankte.

An unser Ehrenmitglied, Herrn Professor Dr. E. WARMING in Kopenhagen richtete der Vorstand im Namen der Gesellschaft zu seinem 80. Geburtstag folgendes Glückwunschschreiben:

Berlin, den 3. November 1921.

Hochgeehrter Herr Professor!

Wenn die Deutsche Botanische Gesellschaft unter der großen Zahl derer nicht fehlen will, die Ihnen am heutigen Tage die herzlichsten Glückwünsche darbringen, so geschieht dies in erster Linie als Ausfluß der Bewunderung für das außerordentlich hohe Maß wissenschaftlicher Leistung, welches Sie in Ihrem jetzt 8 Jahrzehnte dauernden Leben der Welt bescherten.

Schon in Ihrer Jugend war es Ihnen vergönnt, den Zauber der Tropenflora zu sehen und in Südamerika mit offenem Auge und der Ihnen eigenen Begeisterung Ihre Studien zu treiben. Ihre vortreffliche Vorbildung, die sich in der ungewöhnlichen Vielseitigkeit Ihrer Arbeiten ausprägt, setzte Sie in den Stand, Ihre Beobachtungen auf alle Gruppen des Pflanzenreichs auszudehnen, alle biologischen und morphologischen Anpassungen zu prüfen und die Bildung der Pflanzengemeinschaften zu studieren.

Die Flora Ihrer Heimat, der Sie stets die größte Liebe entgegengebracht haben, und deren Erforschung sich wie ein roter Faden durch Ihre Lebensarbeit zieht, diente Ihnen immer als Vergleich für die Beurteilung der Pflanzenvereine anderer Länder, um so mehr als Sie auch die extremen Verhältnisse der Arktis kennenlernen konnten.

Biologisch oder ökologisch besonders hervorragende Gruppen interessierten Sie besonders, und Ihre trefflichen systematischen Arbeiten über die Podostemonaceen, die Velloziaceen, die arktischen Ericaceen, Saxifragaceen etc. sind wohl dem Wunsche zuzuschreiben, diese anatomisch und morphologisch so eigenartig gebauten Pflanzen zur Grundlage für die Beurteilung der Anpassungsmöglichkeit dienen zu lassen.

Ihr „Plantesamfund“ ist als Extrakt alles dessen erschienen, was Sie auf ökologischem Gebiete sahen und erforschten. Nachdem es in deutscher und englischer Ausgabe erschienen war, konnten Sie es als starken Band mit zahlreichen Bildern in 3. deutscher Ausgabe fertigstellen. Jeder Studierende der Botanik muß dieses Resultat Ihrer Lebensarbeit lesen und verarbeiten: das sichert Ihnen die Verehrung zahlloser Jünger auch weitab von der Stätte Ihres Wirkens.

Welche ungeheuere Menge von Kleinarbeit und Scharfsinn zu dem erwähnten Werke gehört hat, das offenbaren Ihre eingehenden Spezialarbeiten der neueren Zeit über „Dansk Planteväxt“, von denen besonders die der Strandvegetation und der Dünen Meisterwerke sind.

Wenn also die Deutsche Botanische Gesellschaft ihren Glückwünschen den Ausdruck der Hoffnung anschließt, daß Sie, hochverehrter Herr Professor, noch recht lange Ihrer Liebe zur Forschung obliegen können, so verbirgt sich darin der ehrliche, lebhafte Wunsch, daß Ihr bewundernswertes Wissen der botanischen Welt in seinem vollen Umfange erhalten bleiben möge.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

DIELS.

Als ordentliche Mitglieder wurden vorgeschlagen die Herren:

Markgraf, Dr. **F.**, Assistent am Botanischen Museum zu **Berlin-Dahlem** (durch L. DIELS und H. HARMS),

Shimbo, Dr. **J.**, Professor der Botanik an der höheren Schule zu **Niigata** (Japan) (durch M. MIYOSHI und K. SHIBATA),

Suzuki, Dr. **E.**, Professor der Pflanzenphysiologie am K. Institut für Seidenbau, **Nishigahara, Tokyo** (durch H. MIEHE und L. DIELS),

Blakeslee, Dr. **Albert F.**, Station for Experimental Evolution, Cold Spring Harbor, **Long Island, N. Y.** (durch E. BAUR und L. DIELS),

Dahlgren, Dr. **O. K. V.**, Privatdozent der Botanik an der Universität, **Upsala** (durch N. E. SVEDELIUS und H. KYLIN),

Huber, Dr. **Bruno**, Assistent an der Lehrkanzel für Botanik an der Hochschule für Bodenkultur, **Wien** (durch O. PORSCH und K. WILHELM),

Weber, Dr. **Ulrich**, Assistent am Botanischen Institut der Universität **Jena** (durch O. RENNER und W. DETMER),

Schaede, Dr. **Reinhold**, Privatdozent der Botanik und Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut in **Breslau** (durch F. ROSEN und A. LINGELSHEIM),

Wittum, **Albert**, Apotheker, **Pforzheim** (durch W. WÄCHTER und E. GILG),

Schwartz, **Max**, Studienassessor an der Oberrealschule zu **Lübeck** (durch J. REINKE und K. STEYER),

Pabisch, **H.**, Professor, Dozent für technische Botanik in **Wien** (durch O. APPEL und K. SNELL),

Zattler, **Fritz**, cand. rer. nat., **Landshut a. d. Isar** (durch H. KNIEP und R. HARDER).

Zu ordentlichen Mitgliedern wurden ernannt die Herren:

Lange, Dr. **Siegfried** in **Greifswald**,
Pohl, Dr. **Franz** in **Prag**,
Schmidt, Dr. **Alexander** in **Stollbey**,
Poellnitz, Dr. **Karl von** in **Oberloedla**,
Dultz, **A.** in **München**,
Regel, Dr. **Konstantin** in **Dorpat**,
Merkenschlager, Dr. **F.** in **Weihenstephan**.

Satzungsgemäß fand in der Sitzung die Wahl des Berliner Vorstandes für das Jahr 1922 statt. Ergebnis:

Vorsitzender: Herr **R. Kolkwitz,**
1. Stellvertreter: Herr **H. Miehe,**
2. Stellvertreter: Herr **A. Zimmermann,**
1. Schriftführer: Herr **F. Duysen,**
2. Schriftführer: Herr **B. Leisering,**
3. Schriftführer: Herr **R. Pilger,**
Schatzmeister: Herr **E. Tiegs.**

Redaktionskommission: Außer dem Vorsitzenden und den Schriftführern die Herren **A. Engler, P. Graebner** und **H. v. Guttenberg.**

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung: die Herren **H. Harms, E. Pritzel, A. Weiße, L. Diels** und **F. Herrig.**

Die Geschäfte der Gesellschaft werden in Vertretung des auf ein Jahr beurlaubten Sekretärs von den Schriftführern erledigt werden.

Am Ende der Sitzung demonstrierte Herr F. V. WETTSTEIN zwei verschiedene Rassen von *Funaria hygrometrica*, die gekreuzt wurden. Die vorgewiesenen aus den vier Sporen einer Tetrade gezogenen Pflanzen zeigten deutlich die haploide Aufspaltung, indem zwei dem einen, zwei dem andern Elterntypus gleichen. Es handelt sich um einen experimentellen Nachweis der nach der MENDELschen Spaltung geforderten Bildung von zweierlei Keimzellen in der Tetrade eines Bastards.

Herr A. BLOCHWITZ demonstrierte an Kulturen den Phototropismus bei Schimmelpilzen.

Mitteilungen.

43. Johannes Mattfeld: Zur Kenntnis der Phylogenie unterständiger Fruchtknoten bei den Caryophyllaceen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 12. April 1921. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Während man früher glaubte, daß die Einsenkung des Fruchtknotens in die Achse umfangreiche Gruppen des Pflanzenreiches einheitlich charakterisiere, stellte es sich später heraus, daß die beiden Extreme im Bau der Achse verbunden durch alle Übergänge in derselben Gattung zu finden sind (z. B. *Saxifraga*, vgl. ENGLER in Pflanzenreich IV, 117, H. 67 und 69, 1916 und 1919). Ferner wurden in manchen Familien mit durchgehend hypogyner Insertion einzelne Vertreter mit epigyner entdeckt — so noch kürzlich unter den Bombacaceen die Gattung *Quararibea* (W. VISCHER in Bull. Soc. Bot. Genève 2^me^ sér. XI, 1919, 199). Besonders auffällig werden diese Gegensätze, wenn sich in einer Familie — wie bei den Caryophyllaceen — neben der Mehrzahl der Sippen mit normal hypogyner Insertion einmal solche finden, bei denen die Blütenachse zwischen Staub- und Fruchtblättern erheblich gestreckt ist (manche Silenoideen) und andererseits solche mit stark perigyner Insertion (*Scleranthus*). In allen diesen Fällen — wie überhaupt m. W. in allen bisher bekannten — steht die Öffnungsweise der reifen Frucht im Einklang mit dem Bau der Achse. Im folgenden soll nun aus der Gattung *Minuartia* (Caryophyllaceae — Alsinoideae — Alsineae) ein Fall dargestellt werden, in dem die Korrelation zwischen der Morphologie der Frucht und der der Achse nicht erreicht worden ist.

Untersucht man junge Blüten von *Minuartia sclerantha* (Fisch. et Mey.) Thell., so wird man durch den Befund überrascht, daß bei ihr der junge Fruchtknoten abweichend von allen anderen Minuartien und fast allen Alsineen überhaupt völlig eingesenkt ist, so daß seine Spitze etwa in derselben Höhe liegt wie die Insertionsstelle der Staubblätter (Fig. 1) — ganz ähnlich wie bei *Scleranthus* (vgl. die Fig. von WARMING in ENGLER, Syllabus, 8. Aufl., S. 188). Verstärkt wird der Eindruck der Vertiefung noch dadurch, daß an ihrem Rande Drüsen von der Gestalt eines gestielten Bechers stehen.

Ein ganz anderes Bild gibt jedoch die fruchtreife Blüte. Die Frucht ist eine dreiklappige Kapsel, die sich nach dem Abblühen durch basales Wachstum erheblich vergrößert, d. h. der Längen- und Breitendurchmesser nimmt zu. Natürlich muß die Höhlung der Achse diesem Wachstum folgen: sie verbreitert sich stark, ohne sich zu vertiefen. Die reife Kapsel liegt dann mit ihrer breiten Basis in der nunmehr halbkugelig vertieften Achse, diese ganz ausfüllend (Fig. 2). Den unteren Teil der Kapsel nimmt an verhältnismäßig kurzem Funikulus, mit breitem Rücken, Mikropyle und Hilum nach oben gekehrt — ganz ähnlich wie bei *Scleranthus* — ein Same ein, über dem an längeren Nabelsträngen neben- und übereinander noch 1–4 weitere liegen. Die Einsenkung in die Achse ist also nur für das junge Gynaeceum von Bedeutung, später wird sie durch das schnellere Wachstum der Kapsel wieder rückgängig gemacht. Wäre dem nicht so, dann würde der Öffnungsmechanismus der Kapsel in seiner Funktion erheblich behindert sein. „Zweckmäßig“ wäre die endgültige Einsenkung nur dann, wenn sie mit einer Entwicklung der großen mehrsamigen Kapsel zu einer kleinen wenigsamigen Schließfrucht verbunden wäre, deren Wachstumsvermögen mit dem des hohlen Blüten-

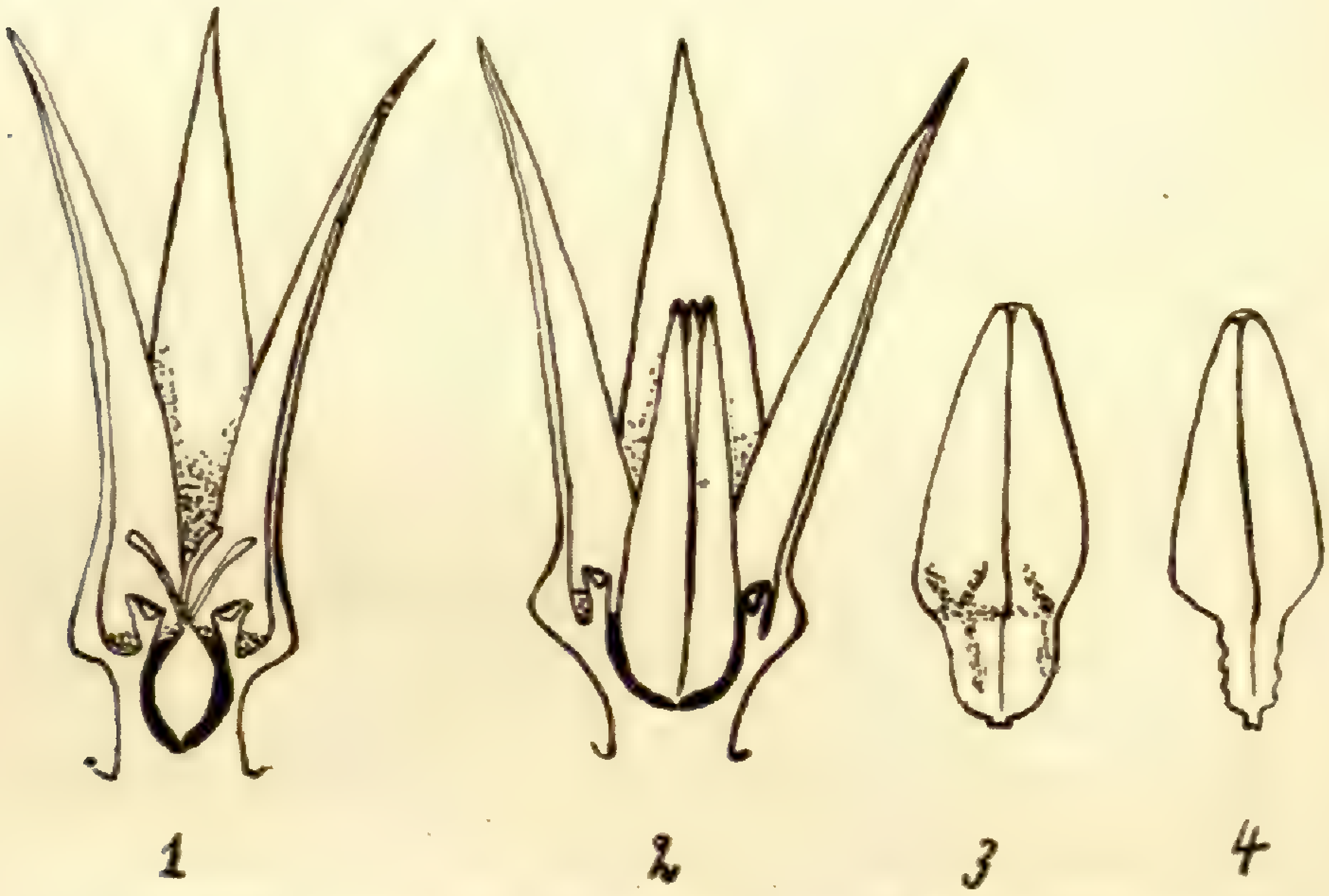


Abb. 1. *Minuartia sclerantha* (Fisch. et Mey.) Thell.
1 Blüte, 2 normale Frucht, 3 und 4 verbildete Kapseln.

bodens in Einklang stände, ein Stadium, das ja bei *Scleranthus* erreicht ist.

Soweit das normale Verhalten der *M. sclerantha.* Die geschilderten Verhältnisse sind nun aber durchaus nicht in allen Blüten verwirklicht. Zunächst läßt sich oft beobachten, daß die ebenmäßige Gestalt der eiförmigen, an der Spitze etwas dreiseitigen Kapsel, im unteren Drittel durch mehrere Falten erheblich gestört ist. Dies rührt daher, daß das Breitenwachstum des Blütenbodens mit dem der Kapsel nicht gleichen Schritt hält, so daß diese sich ihm nicht gleichmäßig anschmiegen konnte, sondern sich in Falten legen mußte, während im oberen Teile das Breitenwachstum durch nichts behindert war, so daß die Kapsel hier breiter als der Durchmesser der Höhlung werden mußte: sie quoll gewissermaßen über! Die Lage der Samen ist in diesem Falle noch nicht gestört, da die Breitenunterschiede im unteren und oberen Teil der Kapsel noch zu gering sind (Fig. 3). In Fig. 4 ist nun aber eine Kapsel dargestellt, die zeigt, daß diese Unterschiede erheblich größer werden können. Der untere Teil ist, soweit er in der Höhlung steckte, ganz verkrüppelt, so daß er fast den Eindruck eines Kapselstieles macht; der obere Teil ist hingegen normal entwickelt. Unten in der Kapsel liegen nur einige verkümmerte Samenanlagen, während die wenigen Samen sich an langen Funikeln im oberen Teil befinden.

Diese Tatsachen lassen klar erkennen, daß die Morphologie der Frucht, die in Übereinstimmung mit allen übrigen Arten der Gattung konservativen Charakters ist, mit der veränderten Morphologie der Achse nicht im Einklang steht, d. h. eine vollkommene Korrelation zwischen den beiden Gebilden ist nicht erreicht!

Worin hat diese Disharmonie ihre Ursache? Zunächst ist festzustellen, daß das neu erworbene Merkmal der hohlen Achse mit einem postfloralen Breitenwachstum ihrer Randpartien gepaart sein muß, wenn die erhaltene Funktion der Kapsel nicht gestört werden soll. Es fragt sich nun, ob dieses Wachstum möglich ist? Der Befund zeigt, daß es manchmal in der erforderlichen Größe vorhanden ist, oft aber auch in höherem oder geringerem Grade behindert ist. Diese Schwankungen müssen natürlich auch eine labile Ursache haben. Als wesentlicher Außenfaktor, dessen zeitliches Eintreten unbestimmt ist, kommt in erster Linie die Bestäubung und Befruchtung in Frage. Der Blütenstiel und die basalen Teile der Kelchblätter erhärten während der Anthese bei *M. sclerantha* — wie überhaupt in der ganzen Sektion ***Euminuartia*** — stark, indem der Sclerenchymring bzw. die Bastbelege der Kelchblattnerven erheblich vergrößert werden. Es ist wenig wahrscheinlich, daß dies erst nach der Befruchtung eintritt, da dasselbe auch bei den ähnlich gebauten Laubblättern vor sich geht. Wohl aber kann man annehmen, daß das Wachstum der Kapsel nach der Befruchtung beschleunigt ist. Tritt diese nun erst nach Erhärtung der Kelchbasen ein, so vermögen die Seitenwände der Höhlung dem Breitenwachstum der Frucht nicht mehr zu folgen, und die unteren Teile der letzteren müssen die abgebildeten verkrüppelten Formen (Fig. 3 und 4) annehmen. Freilich ist das nur eine Vermutung. Nur an lebendem Material, das zurzeit nicht zu erlangen ist, kann die Sache endgültig entschieden werden. Es wäre auch möglich, daß die Höhlung nur mechanisch von der Kapsel geweitet wird. Aber dann läßt sich die Erscheinung mit dem Befruchtungsfaktor noch leichter erklären.

Übrigens steht die Anatomie der Kapsel selbst etwas besser im Einklang mit den veränderten Verhältnissen. Bei den normalen Minuartien verholzt der größere obere Teil des Fruchtknotens schon frühzeitig, und nur die Basis bleibt, soweit sie vom drüsigen Diskusring bedeckt ist, zunächst unverholzt. Die reife Kapsel ist dagegen völlig verholzt. Bei *M. sclerantha* jedoch tritt das im unteren Teile auch im Reifestadium nicht ein. Allerdings verläuft die Trennungszone hier nicht ganz horizontal, sondern die Verholzung greift an den Klappenrändern tiefer herab als in ihrer Mitte.

Die nächstverwandte *M. hispanica* L. ist gleichfalls durch eine Einsenkung der Frucht ausgezeichnet, die aber offenbar so gering ist, daß sie dem wachsenden Gynaeceum nicht hinderlich wird. Und bei der dritten Art der Gruppe der Hispanicae *M. hamata* (Hauskn.) Mattf. (= *Oueria hispanica* L.) ist von einer Einsenkung garnichts zu bemerken, dagegen birgt ihre Kapsel nur einen Samen. Noch ist zu erwähnen, daß die drei Arten der Hispanicae wie auch die fünf der nahe verwandten Montanae ein hohes Alter haben. Das geht aus ihrer speziellen Morphologie und noch evidenter aus ihrer geographischen Verbreitung hervor. *M. sclerantha* findet sich nur in Westpersien, Armenien und dem Pontus; *M. hispanica* ist auf das mittlere und östliche Spanien beschränkt, während *M. hamata* an beiden Orten vorkommt. Ihr Areal erstreckt sich von Turkestan durch Persien, Armenien, Kleinasien und Griechenland bis nach Serbien, dann setzt es aus; erst südlich der Pyrenäen tritt sie wieder auf, ist in der Osthälfte Spaniens verbreitet und wird auch aus Algerien angegeben. Deutlich läßt sich das ursprünglich zusammenhängende Areal im Mediterrangebiet erkennen, durch klimatische und geologische

Umstände in der Mitte z. T. nur in Italien, z. T. auch in Griechenland und Kleinasien unterbrochen, konnten im W. und O. eigene Entwicklungswege eingeschlagen werden.

Für zwei Fragen sind die gegebenen Befunde von Interesse, einmal für die Vorstellung der Entwicklungsweise unterständiger Fruchtknoten überhaupt und dann für die Klärung der Beziehungen der Scleranthеen zu den Alsineen. Beides soll kurz zusammen behandelt werden. Die letztgenannte Frage hat VIERHAPPER (Österr. Bot. Zeitschr., Bd. 57, 1907, 41) eingehend untersucht mit dem Ergebnis, daß *Scleranthus* sich aus *Minuartia* sect. *Euminuartia* durch Erwerb einer eingesenkten, einsamigen, zweikarpelligen Schließfrucht als Anpassung an xerophile Einflüsse entwickelt habe, wobei er sogar die diphyletische Abstammung unserer Scleranthen von verschiedenen Minuartien in Erwägung zieht. Zweifelsohne erhöhen die oben angeführten Tatsachen die morphologische Ähnlichkeit zwischen *Minuartia* und *Scleranthus* noch erheblich, zugleich sprechen sie aber m. E. auch gegen die Annahme einer direkten Abstammung! VIERHAPPER sucht vor allen Dingen zu erweisen, daß, nachdem die Kelchröhre einmal durch xerophile Einflüsse entstanden sei, dies ohne weiteres die Reduktion der Samen bis auf einen und das Entstehen einer Schließfrucht „bedingt“ habe. Wir haben jedoch gesehen, daß diese Merkmale durchaus nicht ursächlich verknüpft sind: *M. hamata* hat eine einsamige, dreiklappige, zartwandige, oberständige Kapsel; *M. hispanica* desgl., aber mehrsamige Kapsel und eine geringe Einsenkung; *M. sclerantha* desgl. mit in der Jugend völlig eingesenktem Gynaeceum; und nur *Scleranthus* vereinigt besagte drei Merkmale und reduziert zudem die Zahl der Karpelle auf zwei. Hieraus geht aber hervor, daß die drei Merkmale in ihrem Auftreten unabhängig voneinander sind. Auch ist es kaum vorstellbar, daß sich die einseitig entwickelten und durchaus fixierten Minuartien zu den Scleranthеen weitergebildet haben sollten, sie stellen vielmehr auch ihrerseits Endstufen — wenn auch unvollkommene — dar. Und gerade diese unzweckmäßigen Unvollkommenheiten verbieten es, sie als Anpassungen aufzufassen. Das Wesentliche für das Auftreten der größeren Fortschritte im Pflanzenreich, zu denen auch das eingesenkte Gynaeceum gehört, sind nicht die äußeren Einflüsse, sondern die strukturelle Befähigung der Sippe.

Wir kommen also zu dem Ergebnis, daß die Minuartien und die Scleranthеen viele gemeinsame Züge haben, die wohl einen genetischen Zusammenhang vermuten lassen, daß sie aber auch wichtige Unterschiede aufzuweisen haben, die eine direkte

Ableitung unmöglich machen. Nun erweist wiederum die Verbreitung, daß die Sclerantheen womöglich noch älter sind als die Hispanicae, denn sie finden sich bis nach Australien verbreitet, dem die Alsineen bis auf eine für diese Deszendenz nicht in Frage kommende altozeanische Sippe (*Colobanthus*) ganz fehlen. Schon Ost- und Zentralasien westlich und südlich der Linie Westhimalaya—Altai—Korea hat keine *Minuartia* aufzuweisen, und die Hispanicae sind nur bis nach Westturkestan verbreitet. Der genetische Zusammenhang ist also sehr weit zurückzuverlegen in eine Zeit, wo die heutigen Genera nur erst in der Plastizität der damaligen undifferenzierten Sippen existierten. Frühzeitig gliederten sich die Sclerantheen durch die rasch nacheinander erfolgte Erwerbung ihrer bezeichnenden Merkmale ab, während sich das übrige zunächst in anderer Richtung weiter entwickelte und sich untereinander differenzierte: *Minuartia*, *Arenaria*, *Moehringia* etc. Erst als u. a. die Erhärtung der Kelchbasen weit vorgeschritten war, trat — nunmehr bei den Hispanicae — zum zweiten Male die Einsenkung des Fruchtknotens auf, wie sie ein drittes Mal noch von der verwandten Gattung Thurya (vgl. die Abb. in ENGLER, Pflanzenreich III, 1, b, 1889, 81) erworben wurde. Aber nun waren die Hispanicae bereits soweit spezialisiert, daß die Neuerwerbung nicht mehr harmonisch in das Gefüge des Ganzen eingegliedert werden konnte. Dagegen hatten sich die anderen Sippen der *Minuartia* weniger einseitig entwickelt, so daß ihre Plastizität ihnen die Entstehung einer größeren Formenfülle gestattete, in der es allerdings nirgends zu einer Eintiefung der Achse kam. Es dürfte wohl sicher sein, daß die Sclerantheen in den Alsineen unter den Alsinoideen ihre nächsten Verwandten haben. Da sich ihre Ursprungsstelle jedoch heute nicht mehr genau nachweisen läßt, ist auf Grund ihrer besonderen Merkmale eine Wertung als selbständige Tribus durchaus gerechtfertigt.

Berlin-Dahlem, Botanisches Museum, April 1921.

44. A. Rimbach: Über Wurzelverkürzung bei dikotylen Holzgewächsen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 12. April 1921. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Bei den dikotylen baum- und strauchartigen Holzpflanzen ist Verkürzung der Wurzel nicht häufig. Folgende daraufhin näher angesehene Arten weisen keinerlei Anzeichen davon auf: *Persea gratissima*, *Gossypium* sp., *Melia azedarach*, *Citrus aurantium*, *Anacardium occidentale*, *Mangifera indica*, *Sapindus saponaria*, *Prunus persica*, *Eriobotrya japonica*, *Cassia fistula*, *Pithecolobium Saman*, *Jacaranda chelonia*, *Vitex gigantea*, *Olea europaea*, *Fraxinus excelsior* (wie übrigens auch die Coniferen *Pinus silvestris* und *Araucaria brasiliana*), auch wo, wie bei *Melia*, *Sapindus* und *Cassia*, die Wurzeln fleischige Beschaffenheit besitzen. Eigens angestellte Messungen an jungen Hauptwurzeln von *Persea*, *Gossypium*, *Sapindus*, *Cassia*, *Pithecolobium* bestätigten das Nichtvorhandensein einer Verkürzung.

Bei einer kleinen Anzahl dikotyler Holzpflanzen fand ich aber Wurzelverkürzung vor, nämlich bei *Ricinus communis*, *Jatropha curcas*, *Carica papaya*, *Brugmansia arborea*, *Sambucus australis*, *Phytolacca dioica*, *Brachychiton populneum*, *Moringa pterygosperma*, sowie auch bei Arten von *Cecropia* und *Ficus*.

Bei der ersten der genannten Gruppen betrifft die Verkürzung die Hauptwurzel und ihre starken Verzweigungen.

An den jungen Exemplaren von *Ricinus*, *Jatropha*, *Carica* und *Brugmansia* verkürzt sich die im übrigen keine Besonderheiten aufweisende Hauptwurzel, solange sie noch krautige Beschaffenheit hat, sowie auch die starken Seitenwurzeln, welche knapp unter der Erdoberfläche von jener ausstrahlen. Hierdurch kommt in das Wurzelsystem eine leichte Spannung. Die Verkürzung ist übrigens gering und von kurzer Dauer, weil die Wurzeln bald durch die zunehmende Holzbildung starr werden; bei *Ricinus* und *Jatropha* hört sie auf, sobald außer den Kotyledonen noch etwa 6 Laubblätter gebildet worden sind. An der Hauptwurzel von *Ricinus communis* fand ich eine Gesamtverkürzung von 7 mm, wobei aufgetragene 10-mm-Strecken sich um 5 % im Höchstfalle verkürzten. Für *Jatropha curcas* betragen die entsprechenden Werte 10 mm und

10 %, für *Carica papaya* 19 mm und 20 %, für *Brugmansia arborea* 8 mm und 15 %.

Von den genannten Arten unterscheiden sich *Sambucus australis, Phytolacca dioica, Brachychiton populneum* und *Moringa pterygosperma* dadurch, daß ihre Wurzel fleischig anschwillt und bald den jungen Stengel an Durchmesser beträchtlich übertrifft.

An der jungen Wurzel von *Sambucus australis* maß ich 18 mm Verkürzung, wobei aufgetragene Teilstrecken von 10 mm Länge sich um 40 % im Höchstfalle zusammenzogen. Infolge dieser Zusammenziehung nähern sich die Kotyledonarknospen etwas der Erde. Der Holzkörper der Wurzel wird ziemlich parenchymatisch, die Rinde außerordentlich dick, und in beiden wird viel Stärke abgelagert. (*Sambucus racemosa* scheint sich in allem ähnlich zu verhalten.)

An der jungen Wurzel des in den Wäldern des La Plata einheimischen Baumes *Phytolacca dioica* maß ich einen durch Zusammenziehung herbeigeführten Längenverlust von 21 mm, mit 30 % Maximalverkürzung der 10-mm-Teilstrecken. Die Verkürzung währte hier über 3 Monate. Die Wurzel bleibt, wie der Stamm, auch im Alter halb krautig, wie dieser jährlich mehrere konzentrische, miteinander abwechselnde Parenchym- und Gefäßschichten bildend.

Bei der australischen Sterculiacee *Brachychiton populneum,* einem weichholzigen Baume, verkürzt sich die junge Wurzel derart, daß die Kotyledonarknospen bis an die Erde herangerückt werden. Sie schwillt dabei rübig an, indem besonders der fleischige, stärkereiche Holzkörper, weniger die Rinde, an Umfang gewinnt, und die Wurzeloberfläche sich leicht runzelt. Die von mir gemessene Zusammenziehung betrug 30 mm, bei einer Maximalverkürzung der 10-mm-Teilstrecken von 45 %. Auch das Hypokotyl zeigt hier Verkürzung.

Außergewöhnlich stark ist die Zusammenziehung bei *Moringa pterygosperma,* dem „Rettichbaume“. Meine Messung ergab 156 mm Gesamtverkürzung der Wurzel, mit einer größten Verkürzungsstärke der 10-mm-Strecken von 75 %. Die Wurzel schwillt zu einer Rübe an und zieht den Stengel mit den Axelknospen der unterirdisch bleibenden Kotyledonen ein Stück abwärts. Nach 6 Monaten ist die Verkürzung der Hauptsache nach beendet. Die Wurzel ist dann zu einer saftigen Knolle geworden, der Stengel zu einem Bäumchen herangewachsen. Das Verhalten der Pflanze in späterem Alter ist mir nicht bekannt.

Eine zweite Gruppe bilden die *Cecropia*- und *Ficus*-Arten, bei welchen das Wurzelsystem großenteils aus adventiven Stelzwurzeln besteht.

Von der Gattung *Cecropia* fand ich Verkürzung an zwei bis 20 m hoch werdenden Arten im Walde am Westfuß der ekuatorianischen Anden. Die anfangs dünnen Adventivwurzeln, welche allseitig bis aus 1½ m Höhe des Stammes hervorkommen, schief abwärts zur Erde wachsen und sich da befestigen, verkürzen sich ein wenig und spannen sich dadurch straff, bevor sie holzig und starr werden. So wurde zum Beispiel eine 200 mm lange, oberirdische Strecke einer jungen, 1½ mm dicken, bereits mit der Spitze im Boden verankerten Wurzel in 2 Monaten, während deren ihr Durchmesser auf 6 mm stieg, um 5 mm (= 2 %) kürzer. Der Dicken-

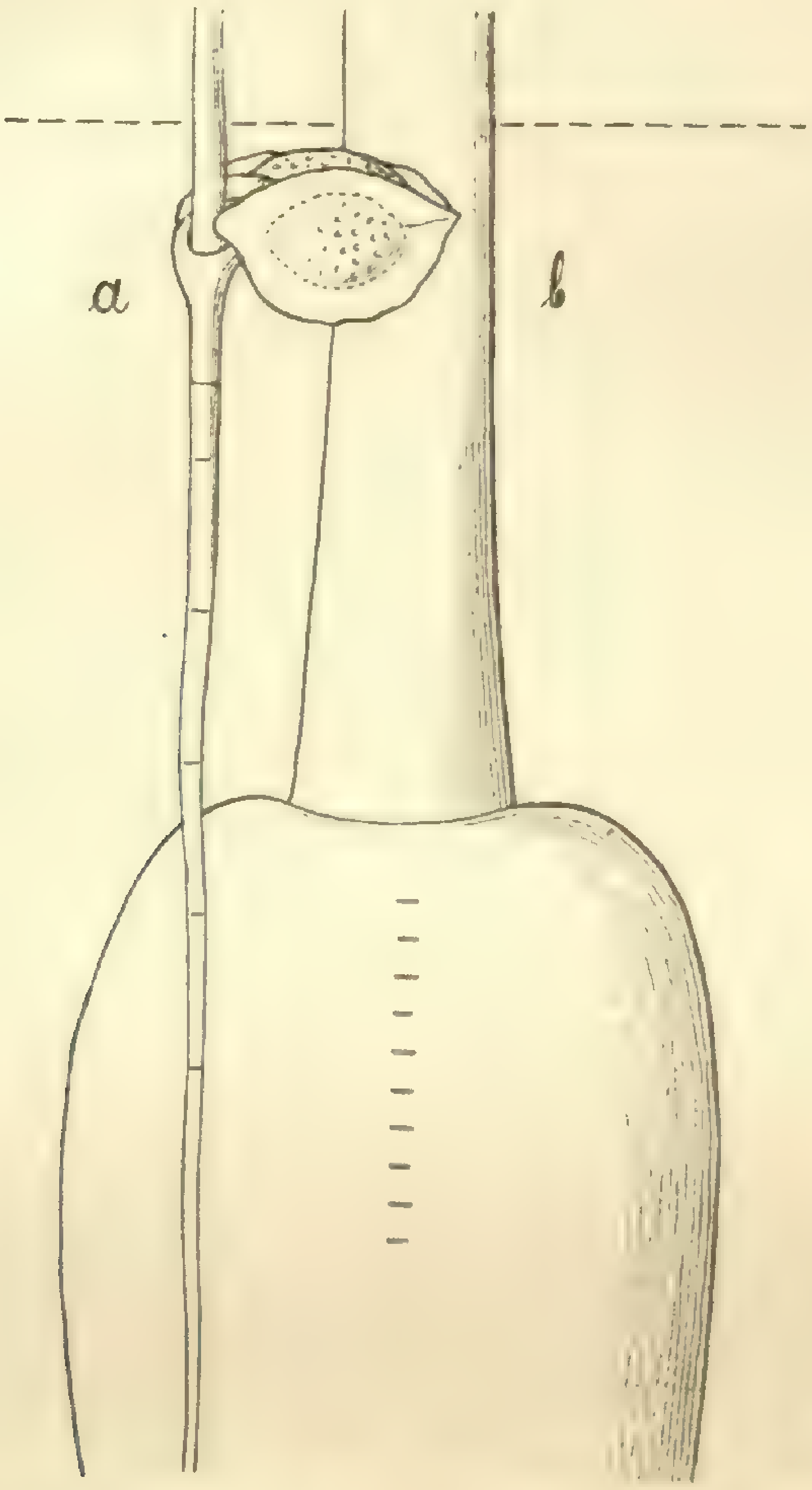


Abb. 1. *Moringa pterygosperma.* Nat. Gr. Die gestrichelte Horizontallinie bedeutet die Erdoberfläche. a Keimling mit 10-mm-Strecken auf der Wurzel. b Derselbe Sämling 6 Monate später. Die Marken zeigen das Maß der Verkürzung an.

zuwachs dieser Wurzeln erfolgt später bekanntlich exzentrisch, mit Förderung der Oberseite. Der Stamm wird schließlich von einem kegelförmigen, 1½ m hohen, 2 m breiten Gerüst adventiver Stelzwurzeln getragen.

Ähnlich verhält sich *Ficus elastica.* An einem im Boden eines Gewächshauses eingewurzelten, 6 m hohen und 15 cm dicken Bäumchen dieser Art verkürzte sich an einer in 120 cm Höhe entspringenden und in der Erde gut verankerten Stelzwurzel eine oberirdische Strecke von 575 mm Länge und 9 mm Dicke in 4 Monaten um 17 mm, wobei ihr Durchmesser um etwa 2 mm anwuchs. Diese Wurzel zeigte dabei, gleich anderen desselben Baumes, eine beträchtliche Längsspannung, so daß beim Durchschneiden derselben, nach beendigter Beobachtung, die beiden Schnittflächen sogleich um 3 mm auseinanderwichen.

An zwei der riesigen, in der Jugend epiphytischen, sog. „baumwürgenden“ *Ficus*-Arten, welche im Walde am Westfuß der ekuatorianischen Cordillere häufig sind, fand ich Verkürzung an allen Luftwurzeln bis zu den Seitenwurzeln zweiten Grades.

Bei der einen, im Lande *„Matapalo colorado“* genannten Art verkürzte sich beispielsweise eine 500 mm lange Strecke einer hoch herabkommenden Adventivwurzel in 7 Monaten um 5 mm (= 1 %), wobei ihr mittlerer Durchmesser von 10 mm auf 21 mm stieg.

Bei der anderen *„Matapalo blanco“* genannten Art verkürzte sich eine 500 mm lange Strecke einer Luftwurzel in 7 Monaten um 29 mm (= 5 %), während ihr mittlerer Durchmesser von 5 mm auf 19 mm sich vergrößerte.

Wurzeln junger, epiphytischer Exemplare, welche an konkaven Strecken des Stützbaumes anfangs der Rinde angeschmiegt herablaufen, lösen sich infolge ihrer Zusammenziehung, durch welche sie geradlinig werden, von ihrer Unterlage ab, mit Zurücklassung der abreißenden Seitenwürzelchen. Die manchmal aus 20 m Höhe herabkommenden Luftwurzeln werden bekanntlich an älteren Bäumen zu dicken, die Äste stützenden Säulen.

45. A. Rimbach: Über die Verkürzung des Hypokotyls.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 12. April 1921. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Das oberirdische Hypokotyl (der Keimstengel) mancher Dikotylen mit kontraktiler Wurzel, zumal solcher, die eine fleischige Pfahlwurzel entwickeln, wird einige Zeit nach der Keimung der Pflanze wurzelähnlich, nicht nur im äußeren Aussehen und der inneren Gestaltung und darin, daß es sich gleich der Wurzel mit Reservestoffen füllt, sondern auch insofern, als es sich, ganz wie die Wurzel, nach Abschluß seines Längenwachstums wieder verkürzt.

Bei einer Anzahl von Pflanzenarten habe ich diese Verkürzung des Hypokotyls durch Messung festgestellt, und ich gebe im folgenden eine Aufzählung der untersuchten Arten. Dem Namen der genauer untersuchten Arten ist beigefügt sowohl die Größe der gefundenen Verkürzung in Millimetern, als auch die Maximalstärke der Verkürzung einer 5 mm langen Strecke in Prozenten. Demnach bedeutet zum Beispiel der Zusatz: 6 mm, 30 %, daß das Hypokotyl im ganzen um 6 mm kürzer geworden ist, und daß auf demselben abgetragene 5-mm-Strecken sich im Höchstfalle um 30 %, also um 1½ mm, verkürzt haben. Die meisten der untersuchten Hypokotyle waren wegen schwachen Lichtes etwas überverlängert.

Die untersuchten Arten sind folgende:

Nyctaginaceae: *Mirabilis jalapa* (10 mm, 60 %), *Boerhavia discolor* (3 mm, 40 %).

Ranunculaceae: *Aconitum Napellus* (3½ mm, 40 %), *Aquilegia vulgaris.*

Cruciferae: *Hesperis matronalis* (3 mm, 30 %).

Sterculiaceae: *Brachychiton populneum* (10 mm, 45 %).

Leguminosae: *Trifolium pratense, T. hybridum* (6 mm, 30 %), *Medicago sativa* (5 mm, 40 %), *Astragalus cicer* (3 mm, 40 %).

Oenotheraceae: *Oenothera missouriensis* (3 mm, 35 %), *Oe. acaulis.*

Umbelliferae: *Apium graveolens* (2½ mm, 25 %), *Foeniculum officinale* (11 mm, 50 %).

Asclepiadaceae: *Asclepias tuberosa* (2½ mm, 25 %).

Convolvulaceae: *Convolvulus Ottonis*, *Ipomoea bona nox* (4 mm, 25 %), *I. codonantha.*

Borraginaceae: *Borrago officinalis*, *Anchusa italica* (4 mm, 30 %).
Solanaceae: *Mandragora officinalis* (4 mm, 40 %).
Dipsacaceae: *Dipsacus fullonum* (8 mm, 30 %), *Morina longifolia*.
Campanulaceae: *Wahlenbergia grandiflora*, *Canarina campanula*.
Compositae: *Cynara scolymus* (13 mm, 35 %), *Cichorium intybus* (2½ mm, 30 %), *Silybum Marianum* (2½ mm, 25 %).

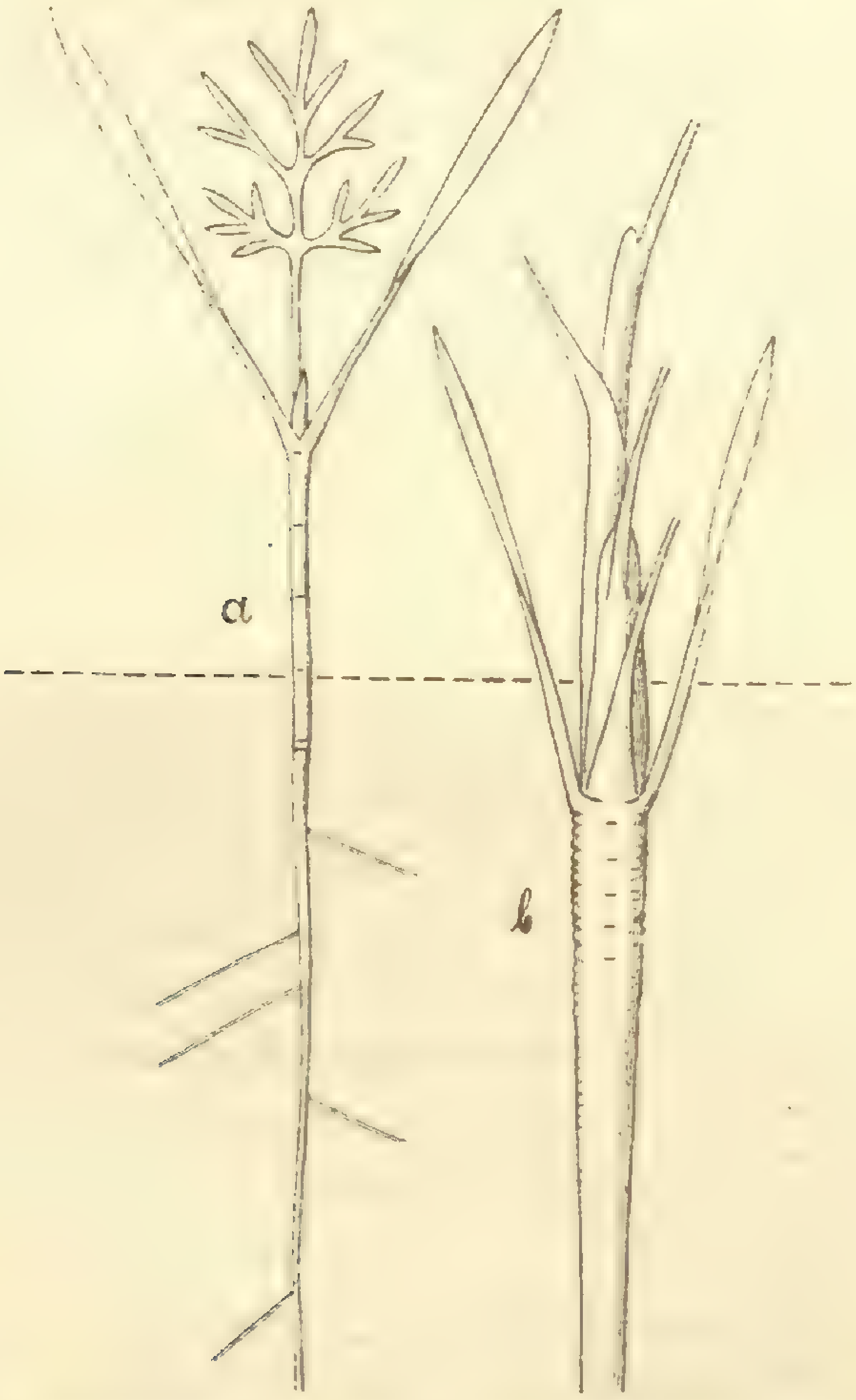


Abb. 1. *Foeniculum officinale*. **Nat. Gr. Die gestrichelte Horizontallinie bedeutet die Erdoberfläche. a) Keimling mit 5-mm-Strecken auf dem Hypokotyl. b) Derselbe Sämling 2 Monate später. Die Marken zeigen das Maß der Verkürzung an.**

Beispielsweise ist das Hypokotyl von *Mirabilis jalapa* beim jungen Keimling 20 bis 30 mm lang und 2 bis 3 mm dick, von glatter Oberfläche, weißlicher bis grüngelber Farbe und gegen die Wurzel scharf abgesetzt. Bald nach Vollendung seines Längenwachstums wird es langsam wieder kürzer, bis um 10 mm, wobei aufgetragene 5-mm-Strecken sich bis um mehr als die Hälfte zusammenziehen. (Der benachbarte basale Wurzelteil weist auf eine 5-mm-Strecke Verkürzung bis zu 70 % auf.) Währenddessen schwillt das Hypokotyl bis auf 20 mm Durchmesser an, wirft, von unten beginnend, sein Hautgewebe ab, umgibt sich mit einer Korkschicht, nimmt die graubraune Farbe der Wurzel an und wird auch im Innern gerade so stärkehaltig und undurchsichtig wie die Wurzel. Nach 3 Monaten erscheint, im Gegensatz zu früher, das mit der rübigen Wurzel verschmolzene Hypokotyl, von dem seine Epidermis beibehaltenden, grünen, glatten, durchscheinenden, epikotylen Stengelteil scharf unterschieden. Der epikotyle Stengel verändert seine einmal erreichte Länge nicht.

Das Hypokotyl von *Foeniculum officinale* (siehe die Abbildung 1) ist anfangs etwa 15 mm lang, 1 mm dick, und gegen die Wurzel deutlich abgegrenzt. Später verkürzt es sich wieder beträchtlich, gleichzeitig an Dicke zunehmend, wobei auf ihm bezeichnete 5-mm-Strecken bis die Hälfte ihrer Länge verlieren. (5-mm-Strecken des basalen Wurzelteiles erleiden bei *Foeniculum* eine Verkürzung bis zu 55 %.) Nach 3 Monaten zeigt das Hypokotyl dieselbe Querfaltung seiner Oberfläche wie die fleischige Wurzel, und die Grenze zwischen beiden ist undeutlich geworden.

Bei den übrigen der oben aufgezählten Arten sind die Vorgänge der Hauptsache nach dieselben. Die Oberfläche des älteren Hypokotyls bleibt bei den einen (z. B. *Boerhavia*, *Medicago*, *Asclepias*) mehr oder weniger glatt; bei anderen (z. B. *Mirabilis*, *Apium*, *Convolvulus*) wird sie, wie bei der Wurzel, faltig. Bei *Mirabilis* und *Foeniculum* verkürzt sich, wie es scheint regelmäßig, der der Wurzel benachbarte Abschnitt des Hypokotyls bedeutender als der an das Epikotyl grenzende. Die Dauer der Verkürzung beträgt bei *Mirabilis*, *Apium*, *Foeniculum*, *Asclepias*, *Medicago*, *Mandragora*, *Convolvulus* und *Cynara* 2 bis 3 Monate. Sämtliche oben aufgeführten Arten zeigen auch starke Verkürzung der Wurzel.

46. A. Rimbach: Über die Wachstumsweise der Wurzel von Incarvillea Delavayi.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 12. April 1921. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Beim Beobachten der Entwickelung von *Incarvillea Delavayi*, einer der wenigen krautigen Bignoniaceen, fiel mir ein ungewöhnliches Verhalten im Wachstum der Wurzel auf, welches im folgenden beschrieben sei. Die diesbezüglichen Beobachtungen wurden in Montevideo angestellt. Daher sind die Jahresperioden der Pflanze den Jahreszeiten der südlichen Erdhälfte entsprechend.

Die Samen von *Incarvillea* keimten zwei Wochen nach der Aussaat im Oktober 1910, im südlichen Frühling. Die Keimknospe kam dabei gerade an die Erdoberfläche zu stehen (Fig. a). Die sich entwickelnde Pfahlwurzel begann sogleich sich in der Längsrichtung zusammenzuziehen und fuhr damit fort bis in den März 1911, indem sie zugleich rübig anschwoll (Fig. b). Bedingt ist diese fleischige Verdickung durch die starke Ausdehnung des Rindenparenchyms. In dieser ersten Vegetationsperiode maß ich einen Längenverlust der Wurzel bis zu 16 mm infolge der Zusammenziehung und eine hierdurch bewirkte Versenkung der Gipfelknospe der Pflänzchen um mehr als 10 mm unter die Erdoberfläche. Bildung von Seitenwurzeln fand nur statt im dünnen, unkontraktilen Spitzenteile. Im April 1911 (im südlichen Herbst), verloren die Pflanzen ihre Blätter und verharrten, unter der Erde verborgen, den Winter hindurch bis zum August 1911 (Fig. c). Hiermit war die erste Vegetationsperiode beendet.

In diesem Monat trieb die Gipfelknospe der Pflanzen neue Blätter und das dünne Wurzelende neue Seitenwurzeln. Kurz darauf, im September, begann an der Wurzel sich ein ungewöhnlicher Vorgang zu zeigen. Das dicke, die Verkürzung verursachende und wahrscheinlich auch Reservestoffe speichernde Rindenparenchym starb nämlich bis auf eine schmale innerste Schicht ab und zerfiel, so daß nur der zentrale Gefäßbündelstrang von einer dünnen Parenchymhülle umgeben übrig blieb (Fig. d). Der dünne Spitzenteil der Wurzel nahm an diesem Vorgange nicht teil. Im Oktober begann jedoch der zentrale, lebende Teil der Wurzel, ein neues Rindenparenchym zu bilden, welches während des Sommers in die Dicke wachsend, die tonnenförmige Gestalt der Wurzel wieder herstellte. Während derselben Monate verkürzte sich die Wurzel durch die Tätigkeit eben dieses neuen Rindenparenchyms wiederum. etwa

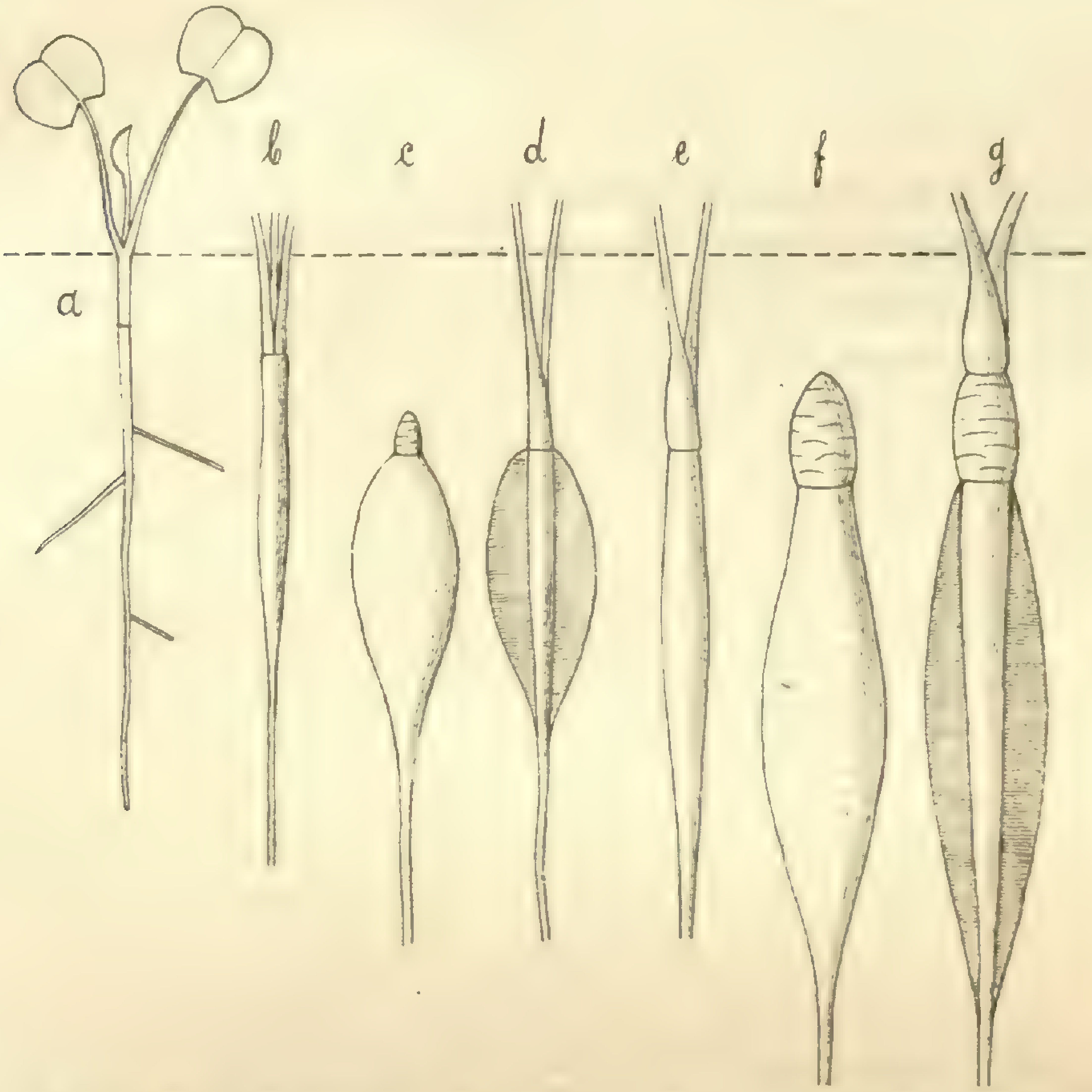


Abb. 1. *Incarvillea Delavayi.* **Nat. Gr.** Die gestrichelte Horizontallinie bedeutet die Erdoberfläche. a Keimling. b Derselbe Sämling, 4 Monate alt. c Derselbe Sämling, 8 Monate alt, in der ersten Ruheperiode. d Derselbe zu Beginn der zweiten Vegetationsperiode; das äußere Wurzelgewebe (im Längsschnitt und schraffiert), stirbt ab. e Dieselbe Pflanze, einige Wochen später; die Wurzel ist in der Verkürzung und in der Neubildung des Rindenparenchyms begriffen. f Dieselbe Pflanze in der zweiten Ruheperiode. g Dieselbe nach Beginn der dritten Vegetationsperiode; das äußere Wurzelgewebe (im Längsschnitt und schraffiert), ist wiederum abgestorben.

um 5 mm, und zog den Vegetationspunkt des ganz kurz bleibenden Stengels ein Stück weiter abwärts. Diese Vorgänge waren im Februar 1912 beendet (Fig. e und f). Ende März verloren die Pflanzen zum zweiten Male ihre Blätter und verharrten in Ruhe durch den Winter bis September 1912. Hiermit hatten sie ihre zweite Vegetationsperiode abgeschlossen.

Im selben Monat September wiederholte sich das Austreiben der Blätter aus der Gipfelknospe und der neuen Seitenwurzeln aus dem Spitzenteil der Rübe. Im November starb das dicke Rindengewebe zum zweiten Male ab und begann einige Zeit darauf, wie früher, von innen her erneuert zu werden (Fig. g). Kurz darauf gingen jedoch die wenigen Exemplare von *Incarvillea*, die ich besaß, durch einen Zufall zugrunde. Hierdurch wurde meine Absicht vereitelt, die Einzelheiten der beschriebenen Rindenerneuerung aufzuklären, insonderheit, aus welcher Gewebeschicht die Neubildung des Parenchyms stattfindet, wie das neue Hautgewebe des letzteren entsteht, ob die im Parenchym wahrscheinlich vorhandenen Reservestoffe (Stärkekörner finden sich nicht) vor Abwerfen dieses Gewebes von der Pflanze zurückgezogen werden, und wie das Verhalten der erwachsenen Exemplare sich gestaltet.

47. E. Heinricher: Misttelträger im Botanischen Garten zu Innsbruck.

(Eingegangen am 15. April 1921. Vorgetragen in der Julisitzung.)

In Fortsetzung meiner Studien über die ernährungsphysiologischen Rassen der Mistel[1]), denen besonders in den Jahren 1910, 1911 und 1912 umfangreichere Versuchsreihen folgten, die weiterhin aber durch den Krieg und den durch diesen bewirkten Personalmangel am Garten und Institut stark beschränkt wurden, hat sich der Bestand an Misttelträgern in unserem Garten gehäuft. Beschäftigt mit der Zusammenstellung der Versuchsergebnisse in übersichtlicher Tabellenform, sehe ich, daß wir *Viscum* auf 30 Pflanzenarten derzeit lebend vertreten haben und mit Zurechnung jener, auf denen der Parasit abstarb, aber über längere Zeit lebend vorhanden war, sogar die Zahl 35 erreichen. Von den selteneren Misttelträgern liegen auch photographische Aufnahmen als Beleg vor, die ich meiner Veröffentlichung über die eben genannten Studien beigeben wollte. Die Schwierigkeiten, welche unsere für die Wissenschaft so traurigen und hemmenden Zeitverhältnisse der Beigabe von Abbildungen bereiten, werden diese Absicht wohl vereiteln. Ich werde diese Bilder also nur zu einer Übersicht in unserem Museum zusammenstellen und hier als Beleg einsehbar aufbewahren.

Die Liste über nachgewiesene Misttelträger, die E. LAURENT[2]) 1890 veröffentlichte, umfaßte schon an hundert Arten, und inzwischen könnte sie gewiß beträchtlich vermehrt werden. Immerhin ist die Zahl der in unserem Garten vereinten eine verhältnismäßig bedeutende und auch bisher nicht bekannte Wirte sind darunter, so daß die Mitteilung einen oder den anderen Fachgenossen doch interessieren dürfte. Ich bringe nun die Liste in systematischer Folge und füge nur kurze Bemerkungen über das Gedeihen der Misteln bei.

---

[1]) Vgl. E. HEINRICHER, „Beiträge zur Kenntnis der Mistel" (Naturwissenschaftl. Ztschr. f. Land- und Forstwirtschaft, 5. Bd., 1907, S. 364) und „Experimentelle Beiträge zur Frage nach den Rassen und der Rassenbildung der Mistel" (Zentralbl. für Bakteriologie, Parasitenkunde usw., II. Abt., 31. Bd. 1911, S. 254).

[2]) „Influence de la nature du sol sur la dispersion du Gui (*Viscum album*)" (Bulletin da la société royale de botanique de Belgique, Tome 29, 1890).

Fam. Pinaceae.

* *Picea excelsa*[1]). Die in größerer Zahl aus einer 1910 vollzogenen Aussaat erwachsenen Pflanzen blieben dauernd schwächlich und gingen, wohl infolge Lichtentzuges durch die Fichte selbst, 1917 ein.

Abies alba. Kräftige blühende und fruchtende Büsche.

Abies balsamea. Mächtige Büsche, durch welche die Tanne sichtlich leidet.

Abies amabilis, Abies concolor. Beide sagen der Mistel als „Boden“ offenbar sehr zu, diese erfahren aber durch die reichen Verzweigungen der Tragpflanzen außerordentlichen Lichtentzug und kommen infolgedessen nicht zum Blühen.

Abies Nordmanniana. Trägt riesige Büsche.

Larix leptolepis. Auf dieser Baumart versagt die scharfe Abgrenzung zwischen Tannen- und Kiefernmistel, wie schon V. TUBEUF[2]) nachwies. Auf meinem Versuchsbaum kämpft sozusagen eine Tannenmistel seit 1911 um ihre Existenz. Besser entwickeln sich allem Anscheine nach auf ihm Kiefern-Misteln, die aber noch jung sind.

Pinus silvestris. Ein starker Busch noch vorhanden, mehrere Pflanzen wurden ausgemerzt. Unsere gewöhnliche Föhre ist gar nicht ein sehr williger Mistelträger; sie wird darin von mindestens zweien der folgenden *Pinus*-Arten übertroffen.

Pinus austriaca. Ein großer Busch, aber geschwächt durch Lichtentzug, vorhanden.

Pinus montana. Trägt zahlreiche, starke Pflanzen.

Pinus cembra. Mehrere blühende und fruchtende Büsche. Die Misteln durch besondere Schmalblättrigkeit sehr ausgezeichnet.

---

1) Das vorgesetzte Sternchen bezeichnet jene Baumarten, die zurzeit keine Misteln tragen, früher aber durch mehrere Jahre solche aufwiesen.

2) V. TUBEUF, „Mistel-Infektionen zur Klärung der Rassenfrage“ (Zentralblatt f. Bakteriologie u. Parasitenkunde, II. Abt., 36. Bd. 1912, S. 508).

Fam. Salicaceae.

Salix caprea mit blühenden und fruchtenden Pflanzen.

Salix fragilis. Blühreife Pflanzen.

Salix rosmarinifolia. Fruchtender, kräftiger Busch.

Populus italica. Starke, fruchtende Pflanze.

* *Popolus tremula.* Merzt die Misteln vielfach frühzeitig aus, doch trug früher ein Baum kräftige Büsche.

Fam. Betulaceae.

* *Betula verrucosa.* Die Misteln wuchsen auf ihr sehr langsam und wurden endlich ausgemerzt.

Betula papyrifera. Trägt eine große Zahl üppigster Pflanzen.

Carpinus betulus. Blüheude und fruchtende Pflanzen.

Corylus avellana. Blühende und fruchtende Pflanzen. Die Hasel merzt jedoch den Parasiten vielfach aus und es scheint bei starker Bestockung auch Lichtentzug durch Beschattung dabei mitzuwirken. Es empfiehlt sich daher, das Auslegen der Samen an hohen Trieben vorzunehmen.

Alnus incana. Blühende und fruchtende Pflanzen.

Fam. Loranthaceae.

Loranthus europaeus. Mit mehrjähriger, noch kleinerer Mistel.

Viscum album. Junge Mistelpflanzen auf älteren Büschen stellte ich mehrfach fest. Die Mistelbeeren wurden von der Vogelwelt in unserem Garten fast gar nicht beachtet, nur der strenge Winter 1919/20 brachte eine Ausnahme. Ich bemerkte im Frühjahre, daß eine starke Abäsung stattgefunden haben mußte, und glaube, daß die Schwarzamseln und Krähen so tätig waren; direkte Beobachtung fehlt leider. Bei Gelegenheit der Aufnahme von Beeren als Nahrung erfolgte offenbar auch die Aussaat von *Viscum* auf *Viscum*.

Fam. Rosaceae.

Pirus cummunis. Blühreife Pflanzen[1]).

---

[1]) Der einzige Birnbaum unter 22, auf dem ich Misteln bis zur Blühreife bringen konnte. Doch auch dieser hat die zunächst erwachsenen zwei Pflanzen durch seine Abwehrmaßnahmen bald zum Absterben gebracht und ebenso verfällt von einer durch neue Infektion erwachsenen zweiten und zahl-

Pirus malus. Bekanntlich der häufigste und willige Mistelträger.

Crataegus oxyacantha. Alte Riesenbüsche.

Rosa canina. Die Mistel kämpft seit Jahren um ihre Existenz, immer wieder kommen, während frühere Sprosse absterben, neue Adventivsprosse aus der starken hypertropischen Anschwellung ihres Fußpunktes hervor.

Prunus Padus trägt blühreife Pflanzen.

Fam. Leguminosae.

Cytisus scoparius. Keimlinge entwickeln sich leicht; zur blühreifen Pflanze hat es noch keiner gebracht. Die Verhältnisse teilweise ähnlich den bei der Rose erwähnten, auch insofern, als starke Hypertrophien den Sitz des Schmarotzers kennzeichnen. Hingegen sind die Triebe durch zwar kurze, aber breite Blätter ausgezeichnet.

Robinia pseudacacia. Blühreife Pflanze. Die Robinien merzen, wenigstens an der Hauptachse zur Entwicklung gekommene Misteln, meist frühzeitig aus.

Fam. Aceraceae.

Acer pseudoplatanus. Trägt starke Pflanzen.

Fam. Tiliaceae.

Tilia parvifolia. Desgleichen.

Tilia rubra. Nur kümmerliche Pflanzen am Hauptstamm. Lichtentzug durch das große Blattwerk scheint auch beim Eingehen der jungen Pflanzen, die auf Seitenästen sitzen, mitzuwirken.

Fam. Oleaceae.

* *Fraxcinus pubesceus.* Misteln gingen auf dieser Esche leicht auf und verursachten gallenartige Anschwellungen, ihre Weiterentwicklung aber wurde bald gehemmt.

---

reichen Mistelvegetation wieder Stück um Stück, kaum daß sie zu einigermaßen bemerkenswerter Stärke gelangt sind. Vgl. darüber E. HEINRICHER, „Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum“ (Denkschrift d. Ak. d. W. in Wien, 93. Bd., 1916) und „Zur Kenntnis der Verhältnisse zwischen Mistel und Birnbäumen“. (Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten, XXX. Bd., 1920).

Olea europaea. Der Ölbaum wird in der LAURENTschen Liste[1]) auch als Träger unserer gewöhnlichen Mistel angegeben. Bei uns sind nur beide Geschlechter der rotbeerigen Mistel (*Viscum cruciatum*) in blühreifem Zustande vorhanden. Überwinterung natürlich im Kalthaus.

Syringa vulgaris. Blühreife und fruchtende Büsche.

Fam. Apocynaceae.

* *Nerium oleander.* Auf dem Oleander lebten lange Jahre die von Prof. PEYRITSCH aufgezogenen Pflanzen[2]). Nunmehr ist eine neue Aufzucht in Angriff genommen.

Innsbruck, Botanisches Institut, im April 1921.

---

1) a. a. O.

2) Vgl. meine beiden früher angezogenen Abhandlungen, und zwar S. 381 der ersten, und S. 281 der zweiten.

48. W. Jungmann: Beobachtungen über die Entfaltung und die Bewegung der Lippe von Masdevallia muscosa Rchb. f.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. April 1921. Vorgetragen in der Julisitzung.)

In GOEBELs „Entfaltungsbewegungen der Pflanzen“ kam mir eine Bemerkung[1]), die zur Beobachtung der Blüte von *Masdevallia muscosa* Rchb. f. aufforderte, gerade zur rechten Zeit zu Gesicht, um an einer im Palmengarten zu Frankfurt a. M. befindlichen Pflanze Untersuchungen ausführen zu können[2]). Es war leider nur eine einzige Knospe vorhanden, merkwürdigerweise in der zweiten Novemberhälfte — die gewöhnliche Blütezeit ist Mai bis August — und somit die Versuchsmöglichkeit eine beschränkte. Da die wegen ihrer reizbaren Lippe bemerkenswerte Orchidee selten in Kultur anzutreffen ist, so liegen meines Wissens nur zwei Mitteilungen über eingehendere Untersuchungen an lebendem Material vor. OLIVER[3]) hat an einer Pflanze in Kew und HABERLANDT[4]) an abgeschnittenen, von dort übersandten Teilen, Beobachtungen anstellen können. REICHENBACH[5]), der die *Masdevallia* benannte, sah nur Herbarmaterial. Anderweitig verzeichnete Mitteilungen, soweit sie nicht von Züchtern[6]) oder botanischen Gärten[7]) stammen, gehen auf die bezeichneten Quellen zurück.

Die Entfaltungsbewegung der Blüte von *Masdevallia muscosa* hängt wohl in ihrer Dauer von verschiedenen Umständen ab, vor

---

1) GOEBEL, K., Entfaltungsbewegungen d. Pflanzen. Jena 1920. p. 49—51.

2) Der Leitung des Gartens spreche ich auch an dieser Stelle für ihr Entgegenkommen den verbindlichsten Dank aus.

3) OLIVER, F. W., On the Sensitive Labellum of *Masdevallia muscosa* Rchb. f. Annals of Botany, Vol. I. Febr. 1888, p. 237—253. 1 Taf. (Ref. Bot. Zentralbl. 1888. 36. 294/95.)

4) HABERLANDT, G., Sinnesorgane im Pflanzenreich. II. Aufl. 1906, p. 81—85. 1 Taf.

5) GARDENERS' Chronicle, April 1875, p. 460.

6) GARDENERS' Chronicle, Sept. 1881, p. 336. List of Garden Orchids (kurze Notiz).

GARDENERS' Chronicle, Juni 1887, p. 836 (Aufsatz d. Entdeckers d. Reizbewegung) teilw. angef. in VEITCH, Manual of Orchidaceous Plants I.

MIETHE, E., Orchis (Beilg. d. Gartenflora) Nr. 7, p. 104—106, 1913 Abb.

7) HOOKER, J. D., Botanical Magazine. Vol. 125. 1899, t. 7664.

allem von Temperatur, Licht, Feuchtigkeitsgehalt in der Pflanze selbst und in der umgebenden Luft. Deshalb erscheint es weniger wichtig die genaue Zeitdauer der gesamten Bewegung festzuhalten, in diesem Falle etwa 4 Tage, als vielmehr die Art der Entfaltung selbst. Zuerst lösten sich die 3 Sepalenspitzen auseinander, die sich mit ihren umgebogenen gedrehten Endigungen umgriffen hatten. Dann spreizten sich die schmalen Teile der Sepalen langsam auseinander, so daß man bald die kleinen zu einem Bogen vor der Säulenspitze zusammenschließenden Petalen und den rotbraunen Saum der Lippe wahrnahm. Hatten sich dann die Sepalen, deren Innenseite glatt, und deren Außenseite gerippt ist, je in etwa halber Länge zurückgeschlagen, so blieb infolge ihrer basalen Verwachsung ein Hohlraum bestehen, aus dem teilweise die Säule, die Petalen und die Lippe heraussahen. Die Öffnung war annähernd ein längliches Fünfeck. Die zwei langen Seiten wurden durch die Wände der unteren Sepalen gebildet. Diese zeigten an ihrer unteren Verwachsungsstelle eine schmale Ausbuchtung (3. Seite), in die sich später die Lippe legte. Nach oben wurde die Öffnung von dem 3. Sepalum umschlossen, das eine Einfaltung der Innenseite aufwies und somit einen Winkel bildete (4. u. 5. Seite), in den sich der Säulenrücken einfügte. Die Stellen der Sepalen, unter denen in der Knospenlage die beiden Ecken des Lippenbreitteiles

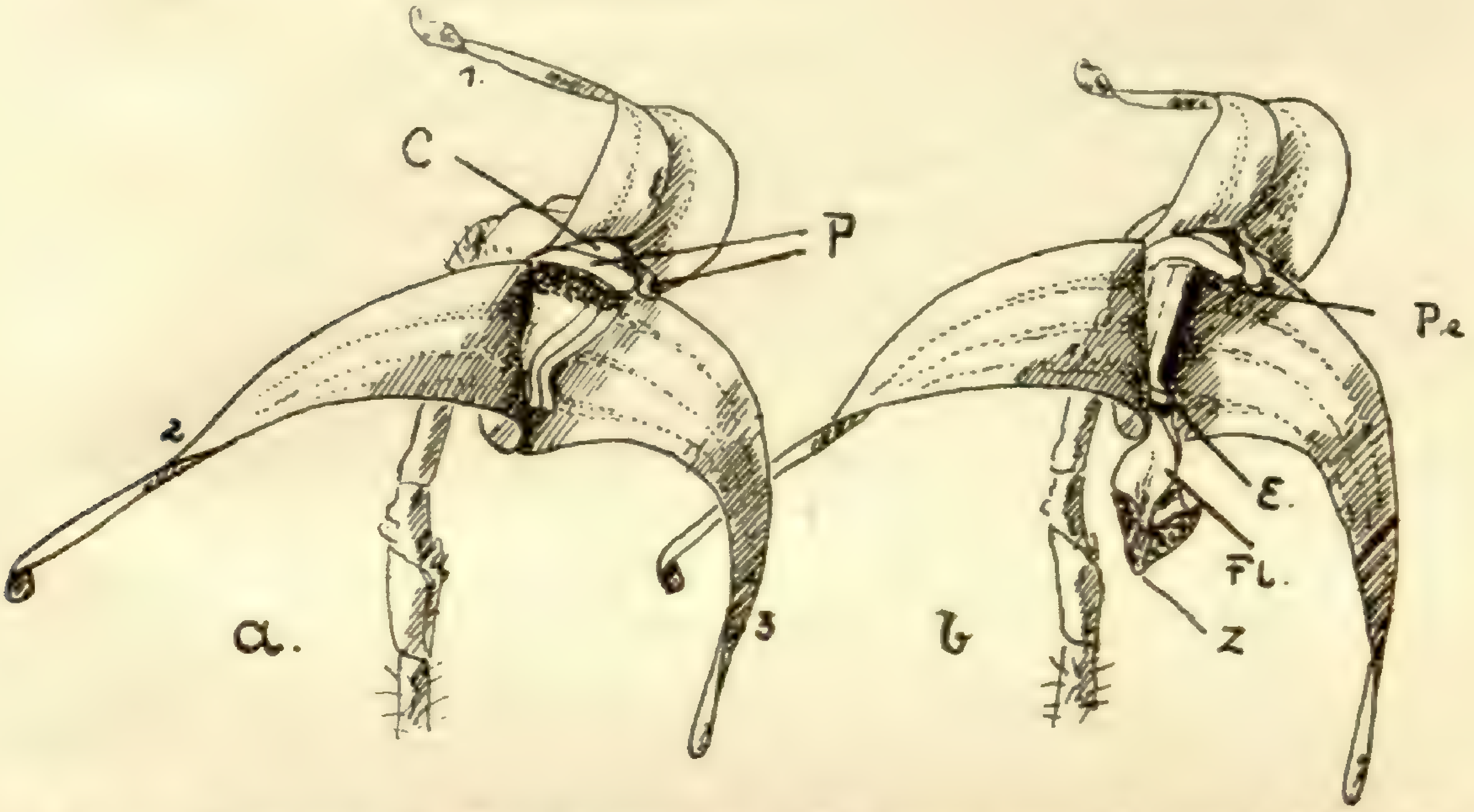


Abb. 1. Blüte von *Masdevallia muscosa.* (Zeichnung nach Photogr.) $^3/_2$ n. Gr. a. mit geschlossener, b. mit geöffneter Lippe. 1, 2, 3 = Sepalen, P. = Petalen, Pe. = Petaleinbuchtung, C. = Säule, E. = Emergenz, Fl. = Fühlleiste, Z. = Zäpfchen.

lagen, kennzeichneten sich durch eine Beule auf jeder Außenseite. Waren die Sepalen fast ganz zurückgeschlagen, dann begann die Lippe ihre langsame Abwärtsbewegung, bis sie schließlich mit ihrem Schmalteil in der oben erwähnten Ausbuchtung liegend herabhing. Die Entfaltungsdauer der Lippe betrug 40 Minuten. Die Lippe war vor ihrer Entfaltung nicht durch die Petalen festgehalten, wie GOEBEL vermutete, sondern, wie ich sehen konnte, frei mit deutlichem Zwischenraum.

In gleicher Weise wie die Entfaltung geht auch die Bewegung der Lippe vor sich, wenn sich die letztere wieder aus der „Knospenlage“ herabschlägt. In dem geschlossenen Zustande war der Lippenbreitteil der von mir beobachteten Blüte vollkommen unter die Petalen hineingeklappt im Gegensatz zu OLIVERs Darstellung Fig. 5 und 10, aber in Übereinstimmung mit Fig. 2 in Botanical Magazine tab. 7664 (s. Abb. 2, 1). HABERLANDTs Zeichnung ist insofern nicht richtig, als auf Taf. VII Fig. 13 die Sepalen dort nicht zurückgeschlagen sind und der Fruchtknoten sich geradlinig statt in scharfem fast rechten Winkel in den Blütenstiel fortsetzt u. a. in Fig. 12 die Emergenz zu lang gezeichnet ist. Vielleicht sind die Fehler auf das welke Untersuchungsmaterial zurückzuführen. Die Petalen bilden an der Stelle, an der ihre stumpfen Enden zusammenstoßen, unterseits eine kleine Einbuchtung (s. Abb. 2, 1), durch die ein gelbliches Zäpfchen, das sich in der Mitte des vorderen Lippenrandes befindet, bei jedem Öffnen und Schließen der Lippe hindurchgeführt wird. Infolge eines günstigen Umstandes konnte ich die einzelnen Stellungen der Öffnungsbewegung festhalten. Ich hatte bereits das ganze Perianth mit Ausnahme der Lippe entfernt, und um die Seitenansicht bei schwacher Vergrößerung zeichnen zu können, die Blüte unter das Mikroskop gebracht; durch Festdrücken des Stieles mit Plastillin wurde erreicht, daß die Blüte horizontal frei stand. Während des Zeichnens fiel mir eine kleine Bewegung der Lippe auf, und ich konnte den Öffnungsbeginn feststellen. Mit Hilfe des Zeichenapparates und häufig gewechselten Zeichenblättern gelang es mir, die in der Abbildung 2 wiedergegebenen Einzelbilder festzulegen. Die ganze Bewegung, die sich in gleicher Weise wie die Entfaltung und alle anderen Öffnungsbewegungen der Lippe abspielte, nahm in diesem Falle die Zeit von $4^{35\,h}$ bis $5^{35\,h}$ in Anspruch. Wie auch aus anderen Versuchen hervorging, schwankte die Dauer dieser Bewegungen zwischen etwa 30 bis 90 Minuten. Jedenfalls ist die Bewegung eine langsame und kein Fallen, wie BEAN in Gard. Chron. 1887 schreibt oder MIETHE annimmt. Aus der Fig. 2, I geht hervor, daß bei geschlossener Lippe das Bändchen oder Gelenk, in dem 3 äußerlich deutlich wahrnehmbare Gefäßstränge verlaufen, sich fest um die Emergenz herumlegt, entgegen anderen

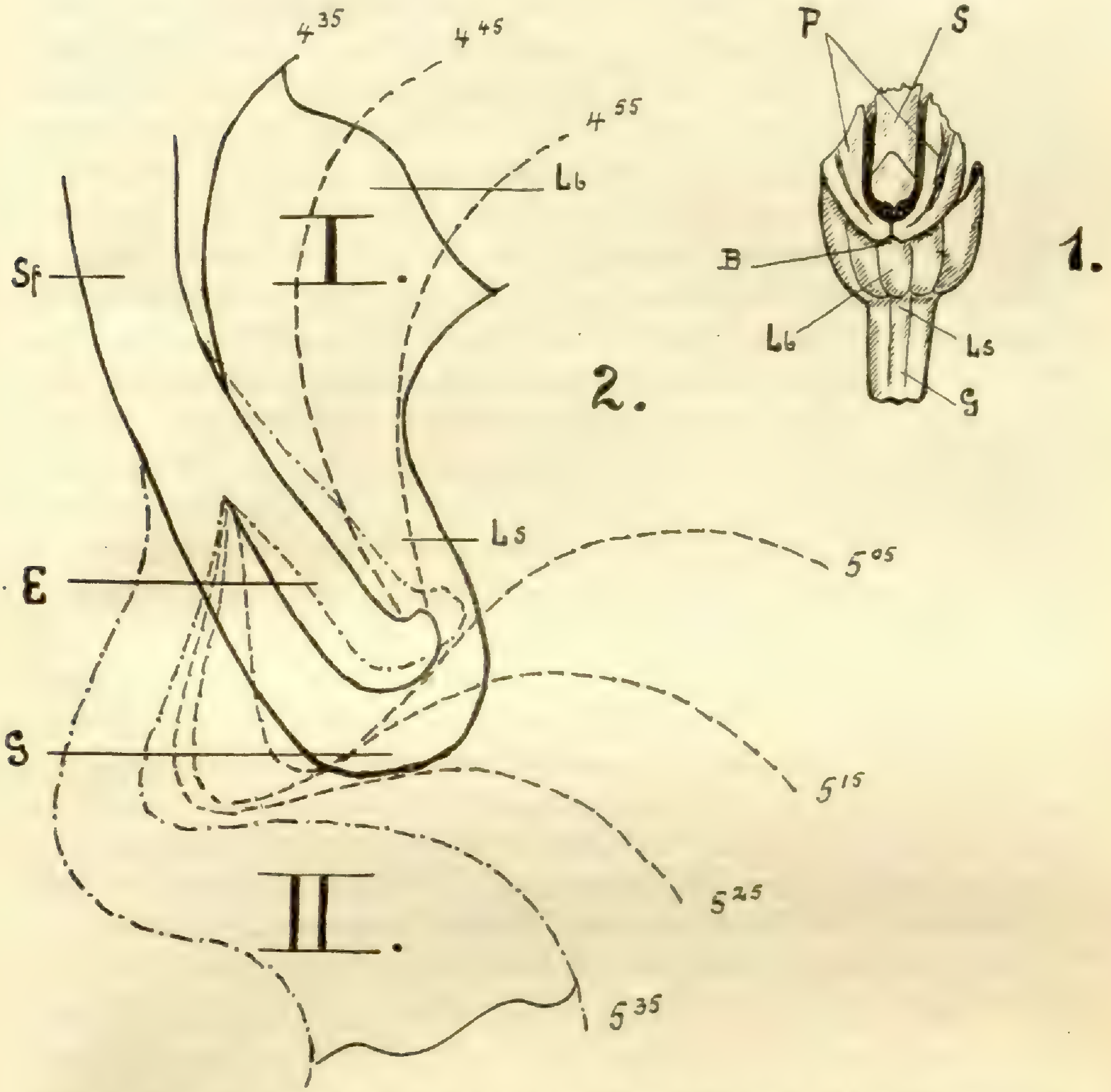


Abb. 2. Fig. 1. Säule (S), Petalen (P) und Lippe (Lb = Lippenbreitteil, Ls = Lippenschmalteil) von oben. G = Gelenk, B = Einbuchtung unterseits der Petalen. (n. Bot. Mag. t. 7664.)

Fig. 2. Schematische Darstellung der Öffnungsbewegung. Seitenansicht von Säulenfuß (Sf), Emergenz (E), Gelenk (G) und Lippe (Lb und Ls wie bei Fig. 1). Stark gezeichnet Stellung I. bei geschlossener Lippe. Strich punktiert Stellung II. bei geöffneter Lippe. Gestrichelt der Umriß der Lippen-Oberseite. Die einzelnen Stellungen alle 10 Min. gezeichnet. Vergr. 29fach.

bisher bekannten Zeichnungen. Bei der Abwärtsbewegung des Lippenbreitteiles wurde die Emergenz, die an ihren Ecken zwei Führungsleisten oder Vorwölbungen hat, langsam vorwärtsgedrückt und schnellte, als sie Spielraum hatte (etwa in der $5^{03\,h}$ Stellung), etwas vor. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß außer der Bewegung, die mit Hilfe des Gelenkes bewirkt wird, auch noch eine federnde Kraft durch die Emergenz ausgeübt werden kann. Die nach rückwärts ziehende Kraft des Gelenkes drehte das aus Bändchen und Lippenschmalteil gebildete Winkelstück um die glatte Emergenzkante herum, die entsprechend den Rippen des Bändchens 3 sanfte Rillen zeigt. Dadurch erklärt sich auch der größere Ausschlagswinkel, somit die raschere Abwärtsbewegung der Lippe von der $4^{55\,h}$ zur $5^{05\,h}$ Stellung im Gegensatz zu dem in fast derselben Zeit vor oder nachher zurückgelegten Weg. Das Gelenk bog sich dabei stark nach hinten aus mit deutlicher Einbuchtung nahe der Säulenansatzstelle. Schließlich war die Lippe soweit herabgebogen, daß ein auch von vorne deutlich sichtbarer Zwischenraum zwischen Emergenz und Schmalteil der Lippe entstanden war.

Bereits OLIVER hatte nachgewiesen, daß die „Fühlleiste“[1] die einzige reizwahrnehmende Stelle der Lippe war. Diese Feststellung konnte bestätigt werden. Wurde der Reiz ausgelöst, dann bewegte sich die Lippe schnell aufwärts bis zu der Stellung, in der sie mit der Emergenz zusammenstieß. Dieser Widerstand wurde aber rasch überwunden und die Lippe schnappte zu. Trotzdem sich die ganze Bewegung in einigen Sekunden vollzog, konnte ein Unterschied in der Geschwindigkeit der Teilbewegungen bemerkt werden. Die Verschiedenartigkeit ließe sich erklären, wenn man annähme, daß während des Haltes vor der Emergenz eine Druckverstärkung so lange stattfände, bis der Widerstand überwunden und die Emergenz am Lippenschmalteil abgerutscht und in den Gelenkbogen eingeschnappt wäre.

Das Zuklappen der Lippe fand aber nicht nur infolge Berührungsreizes statt, sondern, wie auch OLIVER schon mitteilte, bei Einbruch der Nacht als „Schlafbewegung“. Verdunkelungsversuche sollen bei Gelegenheit wiederholt werden, da die bereits ausgeführten keine eindeutigen Ergebnisse zeigten. Ferner konnte ich mehrfach die Bewegung auslösen, wenn ich die abgeschnittene Blüte mit geöffneter Lippe vorsichtig aus luftfeuchtem in lufttrockenen Raum, z. B. Heizungsnähe brachte. Das Zuklappen geschah hierbei ebenso plötzlich wie sonst. Hier liegt es nahe, Vergleiche mit den Erscheinungen zu ziehen, wie sie HOFMEISTER als Thermonastie oder PFEFFER als Hygronastie bei *Mimosa* beobachtet haben. Auch solange die Blüte noch nicht abgeschnitten war, konnte eine Einwirkung der Feuchtigkeitsverhältnisse festgestellt werden. Im feuchten Raum dauerte es weniger lang, bis sich die Lippe herunter zu bewegen begann als im trockenen; ein Umstand, den ich zum Nachteil meiner Versuche leider zu spät wahrnahm. Durch Berücksichtigung dieses Verhaltens konnte an einem Tage innerhalb 10 Stunden an der abgeschnittenen Blüte die Bewegung 7 mal hervorgerufen werden. Auch als alle Sepalen fortgeschnitten waren, gelang der Versuch noch 2 mal. Es ist nach den Beobachtungen wohl außer Zweifel, daß die Turgorkraft die Hauptrolle bei dem Entfalten sowohl wie bei den späteren Reizbewegungen spielt. Das Gelenk oder Bändchen führt also aktiv die Bewegung aus, wie GOEBEL vermutete.

---

[1] Hdwtb. d. Naturw. VIII, p. 296. Von KNIEP irrtümlich mit „Haarkamm“ bezeichnet. Im Gegensatz zum behaarten Lippensaum ist die Leiste oder der Kamm vollkommen kahl.

Es ist zwar die Blütenbiologie bei *Masdevallia muscosa* noch nicht geklärt, aber man darf wohl annehmen, daß HOOKERs Ansicht nicht der Wahrscheinlichkeit entsprechen wird, wenn er über das gefangene Insekt schreibt: „The insect is then in a position to detach the pollen, which on its release by the blade falling back, is carried off.“ Schon OLIVER hatte vor HOOKER geäußert, daß ein zwischen Säule, Lippe und Petalen eingesperrtes Insekt nur durch das Loch an der Spitze entweichen könnte und dabei den Pollen mitnehmen müßte. Betrachtet man ähnliche Einrichtungen, bei denen sich die Bestäubungsvermittler ebenfalls durch solche Engpässe drängen müssen, z. B. *Paphiopedilum*, *Coryanthes* u. a., so werden wir uns OLIVERs Auffassung anschließen.

Dieses Mal bin ich auf mikrochemische und anatomische Untersuchungen nicht eingegangen, hoffe aber darüber Mitteilung machen zu können, wenn die Pflanze dazu wieder Gelegenheit bieten wird.

Botanisches Institut Frankfurt a. M.

49. H. Ziegenspeck: Über die Rolle des Casparyschen Streifens der Endodermis und analoge Bildungen.

(Eingegangen am 5. Mai 1921. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Durch Herrn Prof. RUHLAND, Tübingen, wurde ich auf die Arbeiten von COLIN und RUFZ. DE LAVISON aufmerksam gemacht.

Ihre Resultate, die besonders in der Arbeit: Du modede pénétration des quelques sels dans la plante vivante“. Rev. général d. Bot. 1910, N. 258, Paris. niedergelegt sind, kann man kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen:

„Beim Eindringen von Stoffen in Wurzeln können folgende Fälle eintreten:

A. Die Stoffe gehen durch die Wandung ins Plasma. Sofern nicht irgendwo ein chemischer Niederschlag entsteht, steht ihnen nichts im Wege in die Gefäße und somit in die oberirdischen Organe zu gelangen. Hierher gehören: Ka′, Na′, NH_4', Ca″, Sr″, Mg″, SO_4'', PO_4''', NO_3', CN′, SCN′, Cl′ u. a. m.1).

B. Was wohl in die Wandung aber nicht ins Plasma geht, das wandert zwar bedeutend langsamer ein, aber es kann in den Wandungen, besonders in den Außenlamellen der Zellen vordringen. Die cadres suberisées (Casparyschen Streifen) der Endodermis und der äußeren Endodermis (Intercutis) setzen ihnen aber infolge ihrer Verkorkung einen unüberwindlichen Widerstand entgegen. Fe″, Fe‴, Ca″, Hg″, sowie einige Farbstoffe: Safranin, Eosin, Methylgrün. Nach dem Tode des Plasmas, sei er hervorgerufen durch zu hohe Konzentration der Stoffe selbst oder sonstwie, können sie auf dem Plasmawege weiter leicht vordringen. Man muß daher schwache Lösungen anwenden und Verletzungen peinlichst vermeiden.

C. a) Jugendliche Meristemzellen besitzen Wandungen, die auch den Stoffen B ein Eindringen nicht gestatten.

b) Aber manche Stoffe dringen trotz ihrer Wasserlöslichkeit überhaupt nicht ein, z. B. $K_4 [Fe'' (CN)_6]$. Die Aufgabe der Schichten

---

1) H. COLIN et S. d. RUFZ. DE LAVINSON: Absorption comparée des sels de Ba., Sr. et de Capar la plante vivante. Rev. gen. d. Bot. Paris 1910, N. 261, p. 337. Ich kann die Bildung von Ba. Niederschlägen im Pericykel und im Weichbaste der Wurzeln bestätigen bei *Allium, Cucurbita, Pisum, Hordeum*·

mit „cadres suberisées“ sehen sie in dem Abhalten von gewissen Giften, die zwar nicht ins Plasma selbst gehen, wohl aber auf dem Wege der Membranen eingedrungen ihre Giftwirkung auszuüben imstande sind Die Pflanze ist also förmlich durch ein Sieb gegen die Außenwelt abgeschlossen, dessen Fäden durch undurchlässigen Kork, dessen Maschen durch lebendiges Plasma mit seinen auslesenden Wirkungen gebildet werden. Dasselbe liegt geschützt in einem Mantel von Wurzelrindenzellen.

Bis zur ev. Intercutis, sicher aber bis zur Endodermis (sagen wir im Primärstadium KROEMERs) müssen wir die Stoffe B vordringen sehen, wenn wir sie in unschädlichen Konzentrationen höchstens $^1/_{10000}$ der Pflanze darbieten. Darüber hinaus darf nichts gehen. Das ist der Fall.“

Die Theorie ist bestrickend und ist auch ohne weitere Kritik in die Arbeiten der ARTH. MEYERschen Schule übernommen worden. Beim genauen Überdenken kommen aber Schwierigkeiten, die eine kritische Überarbeitung nötig erscheinen lassen.

1. Die giftigen Stoffe B können allmählich sich vor der Endodermis anhäufen und dann eine schädigende Wirkung ausüben. Doch wollen wir von den widernatürlichen Giften Cu$^{\cdot\cdot}$-, Hg$^{\cdot\cdot}$-, Pb$^{\cdot\cdot}$-Salzen absehen, in der Natur käme vornehmlich das Fe in Betracht. Die Wurzeln nehmen aber nicht allzulange auf. Es bilden sich verkorkte Intercuten, gerbstoffhaltige Vagin- oder Metacutisscheiden, und Korklamellen sowie Polyderme und sekundäre Endodermen (Korklamellen) aus, die an sich ein allzu großes Zuwandern unterbinden, so daß dieser Einwand wohl am leichtesten zu entkräften sein wird.

2. Die Intercuten (äußere Endodermen) besitzen, wie KROEMER[1]) nachwies, in dem Stadium der Aufnahmetätigkeit, also Primärstadium, überhaupt keinen Caspary, keine cadres suberisées. Ich kann auf Grund ausgedehnter Untersuchungen, die ich leider nicht aus Raumersparnis veröffentlichen kann, diese Angabe völlig bestätigen. Wenn eine Intercutis im Primärstadium auslesen sollte, so könnte das nur durch die unbekannte Eigenart ihrer Membranen geschehen, wir brauchen also schon eine Hilfshypothese (Fall C=a).

3. Der Casparystreifen (C. Str.) ist kein „cadre suberisée“, er ist nicht verkorkt, sondern aus Holz. Darin gipfeln die ganzen Untersuchungen gründlichster Art der Marburger

---

[1]) KROEMER, Wurzelhaut Rhizodermis, Endodermis und Hypodermis, Bibl. botanica.

Schule über diesen Punkt[1]). Auch meine eigenen Untersuchungen an vielen Objekten führten zu demselben Erfolge. Als die stichhaltigen Reaktionen möchte ich die Löslichkeit in Chromsäure nach Bleichen in Eau de Javelle, die fehlende Speicherung von lipoidlöslichen Farben bes. Dimazo in der gelben Modifikation (M. PLAUT) Sudan u. a. m. hervorheben. Entfernt man die „Lignine“ nach Wenderverfahren[2]) und darauffolgende Behandlung mit HNO_3 3 = 1,13 und 27_0 NH_3 je $^1/_2$ ^{h}, so treten die Holzfärbungen (Anilin, Phloroglucin) nicht mehr auf, aber auch keine Korkfärbung. Dagegen gibt die „Mittelschicht“ der Digestionsdrüsen der Insectivoren (5 *Drosera*arten, *Drosophyllum*, 5 *Nepenthes*arten untersucht) deutliche Korkreaktion. Auf sie kann man ebenso wie auf die Verdauungshaare von *Utricularia* (6 Arten), ***Pinguicula*** (3 Arten) und die Wasserdrüsen von *Lathraea*, Plumbaginaceen (*Statice* 3, ***Aroecin*** 4) die RUFZ. DE LAVISONsche Theorie der auslesenden Wirkung von Korkstellen in der Membran übertragen. Auf eine Nachuntersuchung von Digestionsdrüsen von ***Aldrovandia***, ***Dionaea***, ***Genlisia***, die nach den Abbildungen GÖBELs zu schließen ähnlichen Bau haben könnten, mußte ich leider wegen Materialmangels verzichten.

An anderen ebenfalls flüssige Nahrung aufnehmenden Stellen befindlichen Organe könnte ich ebenso wie beim C. Str. nur Holzreaktion finden: Ligula von Selaginellen[3]), Saugschuppen von Bromeliaceen[4]). Ebenso verhielten sich die in oberirdischen Organen gar nicht so seltenen Primärstadien von Endodermen, ***Equisetum***, ***Myriophyllum*** u. a. m. Auch das unten erwähnte Epithem von Araceen war verholzt. Alle Angaben über Korkvorkommen muß man ja ohnehin nachkontrollieren, da dieser Begriff zum mindesten sehr weit gefaßt war. Man ist also berechtigt, die Behauptung des Widerstandes in den C. Str. sehr in Frage zu stellen.

4. Auch die eindringenden Stoffe RUFZ. DE LAVISONs bedürfen einer Kritik.

---

[1]) KROEMER, MYLIUS, MAYER, MENKO PLAUT, MÜLLER, meist in Bibl. botanica.

[2]) Je $^1/_2$ ^{h} kochen mit H_2SO_4 und KaOH, mit zwischengeschaltetem Waschen, wie es in der Nahrungsmittelchemie Brauch ist.

[3]) MAYER, Physiologische Scheiden der Pteridophyten. Bibl. bot. 1907. Heft 66.

[4]) MEZ, Physiol. Bromeliaceenstudien. PRINGSHEIMs Jahrb. 1904. 40. p. 156.

Unter den Farbstoffen befinden sich solche, die nach den Untersuchungen RUHLANDs ins Plasma eindringen. Doch möchte ich hierauf nicht das Hauptgewicht legen, denn mit den Farbstoffnamen nimmt man es häufig im Handel nicht allzu genau. Es sind zudem oft keine reinen Substanzen, noch ist über ihrem Kolloidzustand in der Lösung etwas bei Handelsprodukten bekannt. Es kann doch sehr leicht sein, daß der Körper einmal als grobes, einmal als feines Hydrosol aus dem Bottich beim Darstellen ausfällt. Es ist daher unbedingt nötig, die Versuche mit Farben zu wiederholen, deren Kolloidzustand und Permeabilität genau bekannt ist. In dankenswerter Weise stellte mir Herr Prof. RUHLAND seine Originalfarbstoffe zur Verfügung.

Meine Kritik möchte ich aber beim Eisen beginnen. Die anderen Schwermetallsalze sind zu giftig und bei so hohen Verdünnungen werden die Reaktionen dann etwas unsicherer als man beim Lesen der Arbeiten RUFZ. DE LAVISON glaubt, zudem dürften sie in der Natur keine allzu große Rolle spielen. Das Eisen ist ein unentbehrlicher Baustein des Pflanzenkörpers. Dieser soll nun nicht ins Plasma gehen, sondern nur in der Membran wandern? Dagegen ist in der Natur eine Überschwemmung mit Eisensalzen, die sich im Rasen nach den Beobachtungen der Bodenchemiker geradezu anhäufen, sehr wohl denkbar, zumal die Giftigkeit gar nicht so gering ist. Das Versagen des Fe-Nachweises im Plasma dürfte an der maskierten Bindung liegen. (Fe in nicht jonogenem Zustande, komplexe Ionen, Hydrosole!!)

Als ein etwas besseres Reagenz auf Fe dürfte sich eine Vorbehandlung mit NaOH (aus Na selbst hergestellt) und Perhydrol Merk empfehlen. (Prüfung auf Fe zur Kontrolle auch im Wasser!) Das Reagenz muß an nicht zu dünnen Schnitten angewendet werden und gut ausgewaschen werden[1]). Dann erst darf man auf Fe''' mit $K_4\,[Fe''(CN)_6]$ und etwas HCl prüfen[2]). Nach einigen Fehlschlägen setzte ich meine Wasserkulturen in Tulpengläsern unter Durchleiten von Luft aus feinen Kapillaren an. Man erhält so gesunde Wurzeln, ohne die Wurzeln zu berühren.

Ersetzt man die KNOPPsche Lösung durch langsames Durchleiten aus Glasröhren durch Wasser, dann erst nach 3tägigem Gewöhnen an die andere Lösung gibt man die Prüfflüssigkeit zu.

---

[1]) Sonst Oxydation des $K_4[Fe''(CN)_6]$ durch H_2O_2.

[2]) Jedesmal frisch bereiten, da sonst Oxydation des Fe'' durch die Luft. Prüfung der HCl auf Fe'''.

Die Wurzeln sind abgedunkelt, der oberirdische Anteil im Lichte. Alle Wurzeln werden vor dem Ansetzen der Reaktionen darauf geprüf,t ob keine makroskopischen Schädigungen oder gar ein Absterben stattgefunden haben. (Plasmolyse, Vitalfärbung mit Neutralrot als Reagenze auf lebendes Plasma.) Die Eisenlösungen wurden alle auf $^n/_{30000}$ Fe berechnet, eine Konzentration, die die Wurzeln ganz gut bis 4 Wochen ohne Schädigung vertragen; es empfiehlt sich ein Wechsel der Prüfflüssigkeit alle 3 Tage, um natürliche Verhältnisse möglichst nachzuahmen. Eine Darbietung der Prüfflüssigkeit in KNOPPscher Lösung hat sich nicht bewährt. Versuchspflanzen: Zwiebeln, Erbsen, Saubohnen, Kürbis, Mais. Die Versuche mit Eisenvitriol, MOHRschem Salze, Eisenchlorid (Prüfung auf Cl_2) $(NH_4)\ Fe''\cdot\ (SO_4)_2 + 12\ H_2O$ verliefen nun wider Erwarten ganz im Sinne RUFZ. DE LAVISON. Das Eisen drang bis zum Caspary, aber nicht ins Gefäßbündel. Mitunter war eine Anhäufung vor der Endodermis zu sehen. Aber die Intercuten hatten zwar an älteren Teilen von *Zea* und *Allium* das Fe etwas aufgehalten, aber es war doch ins Innere bis zur Endodermis gelangt. Damit ist der Einwand 2 im Sinne RUFZ. DE LAVISON beantwortet, da hier der C. Str. fehlt.

Wo die Intercutis im Sekundärstadium fehlte, war das Eisen wie bei den anderen Pflanzen eingedrungen, hier findet eine rege Aufnahme statt.

Die jungen meristematischen Anteile führten das Fe nur in der Wurzelhaube und im Schleime. Aber die Behauptung C. dürfte anders zu erklären sein. Die jungen Teile wachsen rascher als das Fe in den dünnen Wänden wandert; zudem sind sie durch die Wurzelhaube und ihren Schleim geschützt. Alte ruhende und auch irgendwie schwach geschädigte nicht mehr wachsende Wurzelspitzen besitzen eine Metacutis mit verkorkter und verholzter Membran, solche Wurzeln sind mit einer für solche Fe-Salze nicht passierbaren Hülle umgeben[1]).

Wesentlich anders fielen die Untersuchungen aus, wenn Eisensaccharat angewendet wurde. Hier war das Fe im Plasma, wenn auch in nur geringer Menge, auch innerhalb des C. Str. selbst in den Gefäßen nachzuweisen, trotzdem die Wurzeln ungeschädigt waren.

---

[1]) Die Untersuchungen von MÜLLER und MENKO PLAUT haben eine Metacutisierung von ruhenden Wurzeln nachgewiesen. Ich kann deren weite Verbreitung auch bei krautigen Dictyledonen nur bestätigen.

Liq. Ferri dialysatus also kolloidales Eisenhydroxyd drang nicht in die Epidermis ein, trotz oftmaligen Wechsels der leicht ausflockenden Lösung.

Die Versuche dürften uns insofern nicht verwundern, als die Eisensalze in solch hohen Verdünnungen stark hydrolysiert werden. Das Fe ist in Form eines zu groben Hydrosoles vorhanden, um ins Plasma eindringen zu können, wohl aber ist es noch fein genug, um in die Maschen der Schleimschicht und in den Membranen zu wandern.

Im Eisenzucker ist es ein feineres Hydrosol, das ins Plasma geht.

Der Caspary dürfte somit das Eindringen grober Hydrosole verhindern.

Bei Lycopodien (angewandt wurden *L. clavatum* und *Selago*) vermißt man den Caspary in der Wurzel[1]). Hier drang das Fe in den Zentralzylinder ein, wenn auch nur in geringer Menge aus $FeCl_3$. Die Hauptmasse war in der hier riesigen Schleimschicht liegen geblieben[2]).

Leider waren Versuche mit Farblösungen bei Wurzeln ohne nennenswerten Erfolg. Die Wurzeln nahmen entweder gar nichts auf oder doch selbst gut permeierende Farbstoffe so langsam, daß die Pflanzen durch das dest. Wasser geschädigt wurden. Da ähnliches auch bei Wasserpflanzen beobachtet wurde, suche ich den Grund in den Schleimschichten der Rhizodermis (KROEMER) und der Mukosa der Wasserpflanzen. Unwillkürlich muß man an den bekannten Versuch mit den unten mit einer Schweinsblase, oben mit Pergament verschlossenen, mit Sirup gefüllten Dialysator denken, der nach oben infolge des geringeren Widerstandes des Pergamentes Flüssigkeit herauspreßt. Sollte die Wurzelhaut nicht ebenso beim Zustandekommen des Wurzeldruckes beteiligt sein?

Auch der umgekehrte Versuch RUFZ. DE LAVISON mit den gekappten Wurzeln scheiterte an der Schleimabsonderung und Verstopfung der Gefäße durch Thyllen. Es drangen hier wohl die permeierenden Farbstoffe aus der Endodermis heraus, aber die impermeablen drangen so schlecht ein, daß ich die Versuche nicht als beweiskräftig ansehen möchte. Meist war die Schädigung zu groß, um ein Resultat zu erhalten. Am besten ging es noch mit *Lemna*-

---

[1]) MAYER, l. c.

[2]) Damit dürfte auch das reichliche Vorkommen von Al. in den Aschen der *L.* im Zusammenhang stehen; denn auch das Al. neigt wie das Fe''' stark zur Hydrolyse.

wurzeln. Auch hier konnte ich keinen Erfolg sehen, der RUFZ. DE LAVISON widersprochen hätte. Ein seitliches Anschneiden der Wurzeln mußte auch trotz vielen Versuchen aufgegeben werden.

Weit besser zu Versuchen als Wurzeln eignen sich oberirdische Organe.

Als ein besonders günstiges Objekt stellte sich die Ligula von Selaginellen heraus, die unten ganz durch eine Casparyscheide abgeschlossen ist. Hier gingen in den Stamm nur Farbstoffe wie Cyanol und Methylengrün, die permeabel sind. Impermeable blieben vor dem Caspary liegen (z. B. Echtrot, Cyanosin, Erythrosin. Chigagoblau, Wasserblau). Gute Resultate kann man mit oberirdischen Achsen erzielen, bei denen eine Casparysche Scheide gar nicht so selten ist als man auf den ersten Blick glaubt.

Das beste Objekt sind *Myriophyllum*luftsprosse, die abgeschnitten in die Farblösungen tauchen. Stülpt man eine Glocke darüber und sorgt für gute Ernährung durch CO_2, so guttieren sie weiter. Hier konnte ich ebenfalls nur permeable Farbstoffe durchgehen sehen. impermeable blieben vor dem Caspary liegen. Schlecht permeierende verhielten sich intermediär. Permeable Stoffe gingen sogar zum Teil ins Gattatinswasser (Cyanol). Besonders instruktiv ist das Verhalten von Equiseten. Ein Teil derselben, *E. limosum*, hat Einzelendodermen um jedes Bündel, ein anderer Teil, z. B. *Eq. silvestre*, eine Gesamtscheide. Wie zu erwarten, blieben impermeable Stoffe bei den ersteren auf das Bündel beschränkt, bei den letzteren dagegen drangen sie bis zur Gesamtendodermis vor.

Bei Equiseten kann man auch die Farbstoffe dadurch ins Bündel vordringen lassen, daß man in die Internodien die Lösungen mit einer Morphiumspritze injiziert. Das Verhalten war hier ganz. wie es aus den vorigen Versuchen zu erwarten war. Der beste permeable Farbstoff ist hier Cyanol, der beste impermeable Wasserblau. Mit Fe-Salzen kann man keine Versuche wegen des Gerbstoffgehaltes anstellen. Das Cyanol ging sogar ins Gattationswasser.

War hiermit durch die Versuche eine Auslese von impermeablen, also gröberen Hydrosolen durch den Caspary nachgewiesen, so ist eine Untersuchung auch für durchlässige Stoffe erwünscht. Versuche mit Endodermen im Sekundärstadium, d. h. nach Ausbildung der Korklamellen bei Wurzeln, scheiterten an dem schlechten Eindringen. Ein seitliches Anschneiden brachte nur zu leicht eine Verletzung der Wurzel hervor, die zu weit ging. Die Wurzel starb ab und die Versuche waren nicht mehr beweiskräftig. Dagegen fand ich in dem Polyderm[1]) von *Potentilla fruticosa* eine Casparyscheide, die durch Korklamellen die Wirkung des lebenden Plasmas ausschaltete und oberflächlich lag. Stammstücke wurden vorsichtig abgeschält, bis nur mehr eine hellbraune Polydermlamelle frei lag, dann die Enden mit Exsiccatorwachs abgedichtet. Solche Stücke konnten lange in der Lösung verweilen, ohne daß das Absterben der Zellen Schaden anrichten könnten. Etwa vorhandene Lücken oder lenticellenartige Bildungen dürfen natürlich nicht vorhanden sein. Auch einzelne Lamellen ließen sich frei präparieren und als Dialysehäutchen auf Glasröhrchen aufgeklebt mit Exsiccatorwachs verwenden. Man konnte diese weiterhin mit Korklamellen von gelben Rüben und Cuticularlamellen der Zwiebel vergleichen. Für leicht durchgehende Stoffe, NO_3', SCN, Cyanol, könnte nur bei Cuticularlamellen eine Undurchdringlichkeit gefunden werden. Der Casparysche Streifen lies sie durch. Aber er ist doch schwerer passierbar als die Korklamellen, die auch noch Wasserblau durchließen. Der Casparysche Streifen verhält sich also dem Plasma ähnlich. Er ist aber für Wasser und Stoffe, die ins Plasma gehen, durchlässig. War somit ein experimenteller Beweis für die auslesende Wirkung des Casparyschen Streifens für Hydrosole erbracht, so dürfte eine Betrachtung das Vorkommen ähnlich gebauter Schichten bei anderen aufnehmenden Organen als Wurzeln noch einen Baustein für die Richtigkeit dieser Theorie liefern. Alle Insectivoren nehmen mit ihren Drüsen Nährstoffe auf. Die Epidermis ist bei diesen ganzen Organen mit einer Cuticula versehen. Selbst Wasserpflanzen besaßen diese (*Utricularia*-Arten). Dagegen war die Cuticula der Drüsen durchlocht. Dann fand sich, soweit ich Material zur Untersuchung hatte, die GOEBELsche Mittelschicht mit partieller Verkorkung die eine Wanderung in der Membran zu unterbinden imstande ist in allen Fällen. Die Fußzellen von Bromeliaceenhaaren als aufnehmende Organe waren ebenfalls wie eigene Untersuchungen und der Bericht von MEZ zeigte durch partielle die Membranwanderung für manche Stoffe unmöglich machende Schichten ausgezeichnet.

Bei Wasser und Excretsalze im Sinne STAHLs (Biologie der Excrete, Flora 1918) abscheidenden Drüsen waren bei Plumbaginaceen, *Lathraea Synamaria,* Korkschichten zu finden, die sicher analog wirken müssen. Auch die kleinen Drüsen von *Drosera*arten, die Drüsen auf der Unterseite von *Pinguicula* zeigten analogen

---

[1]) MYLIUS, l. c.

Bau. Ferner lassen die Bilder HABERLANDs bei manchen Hydathoden auf ähnliches schließen, doch mußte ich die Untersuchung wegen Materialmangels unterlassen.

Bei stomatären Hydathoden beobachtet man drei Fälle. Entweder finden sich solche partiellen Verholzungen (resistent gegen H_2SO_4, Anilingelb) unter dem Wasserporen Araceen (*Richardsonia*, Anthurien), oder aber alle Bündel sind bis weit oben hinauf selbst unter den Drüsen mit einem Caspary versehen (Polypodien und andere Pteridophyten). Hier kann also das aus der Pflanze heraus, was das Plasma passieren läßt. Im 3. Falle *Myriophyllum Saxifraga*) durchzieht eine Casperyscheide den Stamm von unten bis zur Hydathode und schließt an die Epidermus an, das Epithem mündet frei. Hier müßte ebenso wie beim 2. Falle daran zu denken sein, daß nur das in die Hydathoden gelangen kann, was die Pflanze nicht verarbeitet oder in die Gefäße hinein ergossen hat.

Auch entwicklungsgeschichtlich ist mir außer den erwähnten Lycopodien kein Fall unter vielen untersuchten vorgekommen, wo das Auftreten der Casparyscheiden erst nach der Aufnahmetätigkeit der Wurzeln erfolgt wäre. Die Casparyscheiden traten entweder vor oder gleichzeitig mit den Gefäßen und Wurzelhaaren auf. Plasmodesmen ließen sich zu beiden des Caspary finden, niemals in demselben.

Zum Schlusse sei Herrn Prof. RUHLAND für die Anregung zu dieser Arbeit und die Überlassung von Vitalfarbstoffen der Dank abgestattet.

Augsburg, den 1. Mai 1921.

Sitzung vom 25. November 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Götze, Fräulein Dr. **Helene,** Höhere Töchterschule in **Dresden-Altstadt** (durch O. DRUDE und F. NEGER),

und die Herren

Dostál, Dr. **Rudolf,** a. o. Professor der Botanik an der Tierärztlichen Hochschule und Privatdozent an der Masaryk's Universität in **Brünn** (Mähren) (durch B. NĚMEC und V. ÚHLELA),

Prát, Dr. **Sylvestr**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Karls-Universität in **Prag VI**, Benátecká 433 (durch B. NĚMEC und V. ÚHLELA),

Korínek, Dr. **Jan,** Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Karls-Universität in **Prag VI,** Benátecká 433 (durch B. NĚMEC und V. ÚHLELA),

Lamprecht, Dr. **K.**, Studienrat an der Viktoria-Luisen-Schule zu **Berlin-Wilmersdorf** (durch L. DIELS und E. WERDERMANN).

Müller, Dr. **K. O.**, Assistent an der Biologischen Reichsanstalt in **Berlin-Dahlem** (durch G. HABERLANDT und E. G. PRINGSHEIM).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Pevalek, Dr. **Jvo** in **Zagreb,**
Jurišić, Dr. **Peter** in **Zagreb,**
Hurter, Ernst in **Kastanienbaum,**
Demeter, Dr. **Karl** in **München,**
Esenbeck, Dr. **Ernst** in **München,**
Möller, Dr. **Hans Peter** in **Kiel,**
Pieschel, Erich in **Würzburg,**
Kordes, Herbert in **Würzburg,**
Widder, Dr. **Felix** in **Graz,**
Suzuki, Eiryo, Professor in **Tokyo**
und Fräulein
Herzfelder, Dr. **Helene** in **München.**

Mitteilungen.

50. Jos. Gicklhorn: Zur Morphologie und Mikrochemie einer neuen Gruppe der Purpurbakterien.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz.)
(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 10. Mai 1921. Vorgetragen in der Julisitzung.)

I.

In der bekannten Monographie über Purpurbakterien faßt MOLISCH[1]) die bisher beschriebenen Gattungen und Arten in zwei Familien zusammen: 1. die im Zellinneren elementaren Schwefel ablagernden Thiorhodaceae und 2. die stets S-freien Athiorhodaceae. Von Süßwasserformen sind bisher ausschließlich S-führende Purpurbakterien (*Chromatium* als Typus) und S-freie (z. B. *Rhodococcus*) bekannt. Zwei marine Purpurbakterien führen außerdem ebenso wie manche Cyanophyceen Aïrosomen[2]).

Gelegentlich von Beobachtungen an biologisch bemerkenswerten Bakteriengruppen habe ich in Proben aus Gewässern der Umgebung von Graz mit Ausnahme von *Rhabdochromatium fusiforme* Winogradsky[3]) nicht nur sämtliche bisher beschriebenen Süßwasserformen der Purpurbakterien gefunden, sondern auch eine Anzahl neuer Arten und Gattungen entdeckt. Unter diesen sind zwei neue Arten, die ich hier getrennt von anderen behandeln will, da ich sie mit gutem Grund als Vertreter einer neuen Gruppe der Purpurbakterien hinstellen kann.

Vorgreifend will ich dazu gleich erwähnen, daß beide Arten die Fähigkeit haben, große Mengen von geformten, amorphen d. i. im polarisierten Lichte einfach brechenden $CaCO_3$ im Zellinneren abzulagern, oft so stark, daß der gleichfalls vorhandene S fast verdeckt wird. Daß unter normalen Verhältnissen in der Natur beide

---

[1]) MOLISCH, H., Die Purpurbakterien usw. FISCHER, G., Jena 1907, bes. pag. 25–28.

[2]) MOLISCH, H., Zwei neue Purpurbakterien mit Schwebekörperchen. Bot. Zeitg. 64. Jahrg. 1906.

[3]) WINOGRADSKY, S., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. Heft I. Schwefelbakterien FELIX ARTHUR. Leipzig 1888.

Arten stets $CaCO_3$ enthalten, unter ungünstigen Bedingungen zuerst das abgeschiedene $CaCO_3$ eingeschmolzen wird und Individuen, die nur S enthalten, sich nicht lange lebend erhalten lassen, ist wohl ein Hinweis, daß die Aufnahme und Verarbeitung von Ca-salzen für den normalen Stoffwechsel irgend eine besondere Bedeutung haben dürfte, zu mindest eine bisher unbekannte Beziehung zum Stoffwechsel der Zelle oder des H_2S bei diesen Arten besteht. Keine der anderen bekannten Purpurbakterien, selbst wenn sie absichtlich in Kulturen dieser neuen Arten übertragen wurden und dort sich üppig entwickelten oder schon in der Natur gemischt mit diesen Arten vorkamen, hat bei der mikrochemischen Prüfung je nachweisbare Mengen von Kalksalzen enthalten, unter den gleichen Bedingungen aber betrug bei den nun beschriebenen Arten die $CaCO_3$-Speicherung bis zu 60 % des Körpervolumens. Die sichtbare $CaCO_3$ Speicherung bestimmt das mikroskopische Bild, so daß man auch ohne Reinkultur jede einzelne dieser neuen Purpurbakterien unter allen andern des Präparates erkennen wird.

II.

Unter vorläufigem Außerachtlassen physiologischer Fragen will ich hier nur die Beschreibung der Arten[1]) und die Ergebnisse mikrochemischer Untersuchungen mitteilen.

Chromatium Linsbaueri Gicklhorn nov. spec.

Diese Art fand ich in Massen in einem Tümpel im Stiftingtal bei Graz. Proben des Bodensatzes, der zum größten Teil aus abgestorbenem Weidenlaub und *Elodea*sprossen bestand, bilden im Sonnenlicht stehend an der Lichtseite der Kulturgefaße bald einen rosafarbigen Hauch, der nach längerer Kulturdauer sich zu einem pfirsichblühroten Belag am Schlamm und den Glaswänden entwickelt. Die mikroskopische Untersuchung zeigt lebhaft bewegliche, fast schwarz erscheinende Bakterien, an denen man die rötliche Färbung durch Bakteriopurpurin[2]) am besten nach Entfernung der Inhaltskörner merkt. Diese sind von zweierlei Art: 1. mehr peripheriewärts gelagert durchscheinende, farblose oder leicht bläuliche, stark lichtbrechende, annähernd gleich große Kügelchen von 1—1,5 μ Durchmesser, die bei jeder Art von Fixierung und nachfolgendem

---

[1]) Ich benenne beide Arten nach Prof. KARL LINSBAUER in Graz: Es soll ein bescheidenes Zeichen meiner Hochachtung und Dankbarkeit sein, für die Möglichkeit als Gast in seinem Institut arbeiten zu dürfen und für die stete Anregung und das Interesse an meinen mikrobiologischen Beobachtungen.

[2]) MOLISCH, H., l. c., pag 74—87.

Auswaschen verschwinden. Dann treten 2. die Schwefeltröpfchen von typischer Form, Farbe und Lichtbrechung klar hervor, die gegen das Zellinnere gerückt und oft ungleich groß sind, dabei sich vom rosagefärbten Protoplasten scharf abheben. Abb. 1 B. Die Bewegung ist sehr lebhaft, die einzige, etwa körperlange Geißel mit JJK, Gentianaviolett, besonders aber mit Nigrosin-Pikrinsäure leicht nachzuweisen. Die gelungene Tuscheprobe zeigt um jede Bakterie einen etwa 1—2 μ starken Schleimhof, der bei stärkeren Vergrößerungen ohne besondere Präparation schon andeutungsweise sichtbar ist. Abb. 1 C. Die zylindrisch geformten Zellen mit abgerundeten Enden sind etwa 10—20 μ lang (je nach dem Alter oder den vorangegangenen Teilungen), etwa 4—6 μ breit, und haben eine an Basis und Spitze ungleich dicke Geißel von 12—25 μ.

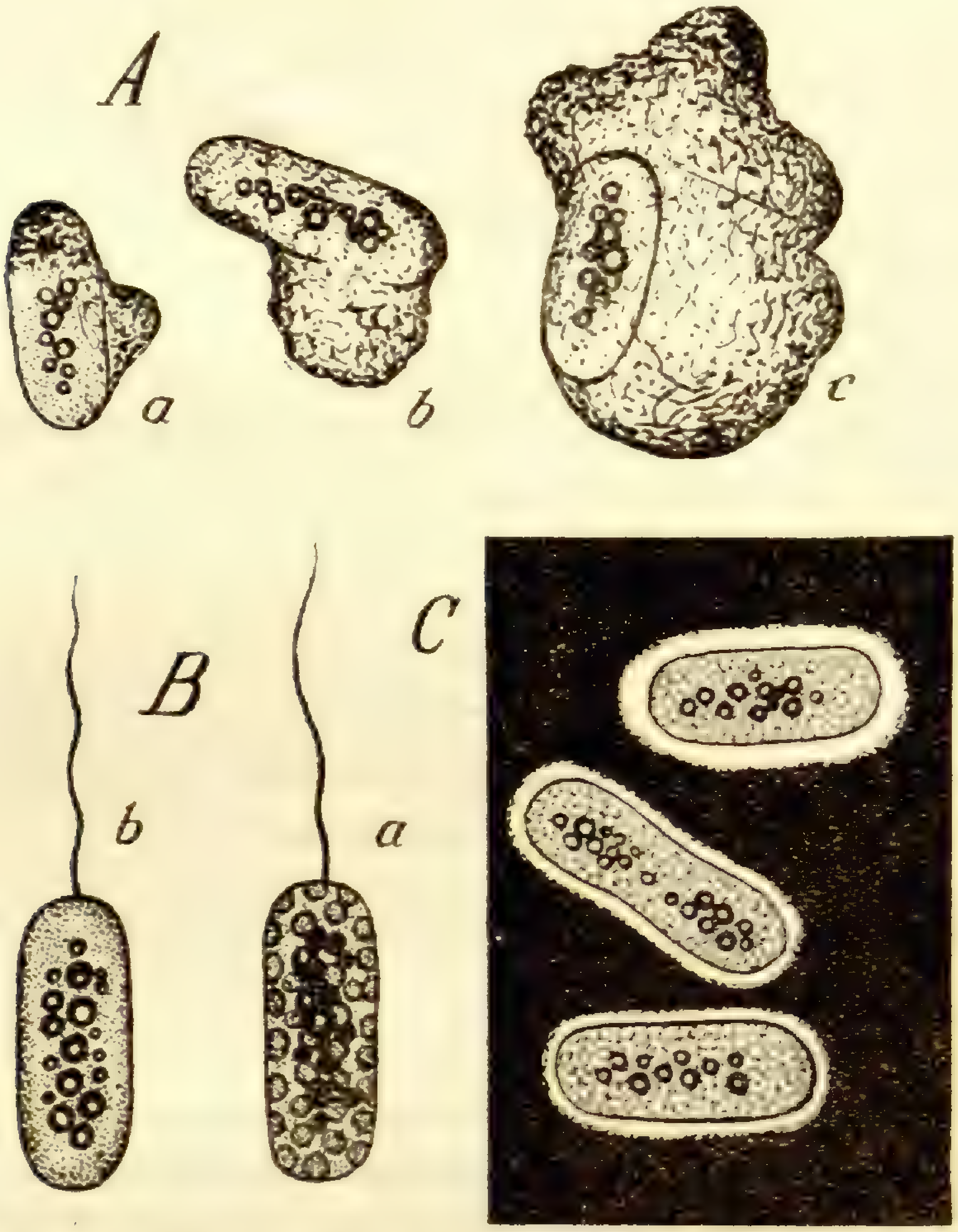


Abb. 1. A *Chromatium Linsbaueri* in N-Oxalsäurelösung, Ca-Reaktion an den aufgesprengten Zellen. B Typisch geformte *Chromatium Linsbaueri*; a mit $CaCO_3$-Körpern, b nach Weglösen des $CaCO_3$ übrig gebliebene, in der Zellmitte gelegene S-Körner. C *Chromatium Linsbaueri* in Tusche. Vergr. ca. 1700mal.

Nach 200 Messungen ist die Durchschnittsgröße 15 × 6 μ, sonach *Chromatium Linsbaueri* eine der größten Arten dieser Gattung.

Die Vermehrung erfolgt durch seitliches Einschnüren in der Zellmitte, nachdem dort zuerst eine dichtere hyaline Plasmapartie die Inhaltskörper gegen die künftigen Tochterzellen gedrängt hat. Der feinere Zellbau ist ohne Besonderheiten. Die äußeren Plasmaschichten sind fest, fast wandartig deutlich konturiert und bleiben bei unvorsichtigem Fixieren nach Schrumpfung des Protoplasten wie eine starre Zellwand bestehen. Das Plasma ist gleichmäßig hyalin, ohne alveolare Struktur und nur hin und wieder bleiben nach Weglösen der Inhaltskörper vakuolenähnliche Räume zurück. Die gleichmäßige, nie körnelige Färbung durch Bakteriopurpurin kann bis an die äußersten Plasmapartien verfolgt werden. In Übereinstimmung mit MOLISCHs Erfahrungen ist Bakteriochlorin[1]) nach Alkoholzusatz stets nachzuweisen. Degenerierende Individuen zeigen größere Zellen als die normalen, die Inhaltskörper verschwinden und Formen, die mit den bekannten Involutionsformen anderer Bakterien Ähnlichkeit haben, sind oft zu finden.

Rhabdochromatium Linsbaueri Gicklhorn nov. spec.

Diese neue Purpurbakterie habe ich in Proben aus den Teichen bei Unterpremstätten in der Nähe von Graz gefunden; unter den verschiedenen Arten war sie die seltenste. Massenkulturen habe ich bisher nie gesehen und selbst bei vorsichtigster Probeentnahme von verschiedenen Stellen des Kulturgefäßes enthielt ein Präparat selten mehr als etwa 50 Individuen. Bei schwacher Vergrößerung fallen diese Bakterien sofort durch ihre schön weinrote Färbung, ihre gleichmäßig ruhige Bewegung, und ihre verschieden geformten Inhaltskörper auf. Die langgestreckte spindelförmig gebaute Bakterie bewegt sich unter Drehung um die Längsachse mit einer nicht ganz körperlangen Geißel, die man bei günstiger Beleuchtung im Hellfeld, bei stärkerer Vergrößerung auch am lebenden Objekt sieht, ähnlich wie bei *Microspira vacillans* Gickl.[2]) Am geißeltragenden Ende ist *Rh. Linsbaueri* fast spitz ausgezogen, am geißelfreien dagegen durch eine dichtere hyaline Plasmapartie oft kappenförmig abgerundet. Abb. 2. Bezüglich der verschiedenen Inhaltskörper gilt das Gleiche wie für *Chromatium Linsbaueri:* Die fast reihenförmig angeordneten S-tropfen heben sich besonders schön ab, der

---

1) MOLISCH, H., l. c., pag. 78—80.

2) GICKLHORN, J., Über neue farblose Schwefelbakterien. Zentralbl. f. Bakteriol. II. Abt. Bd. 50. 1920, pag. 424.

zweite Inhaltskörper liegt mehr peripheriewärts. Die Vermehrung wird auch hier durch ein Zerschnüren in der Zellmitte besorgt, nachdem ein immer zu beobachtender Plasmateil in der Zellmitte die Körnchenreihe getrennt hat. Abb. 2 b und c. In den letzten Stadien der Teilung hängen die Tochterzellen nur mehr mit einem feinen Plasmafaden zusammen, der nach einer ruckartigen Drehung reißt, und so die Tochterzellen frei werden läßt. Plasmastruktur,

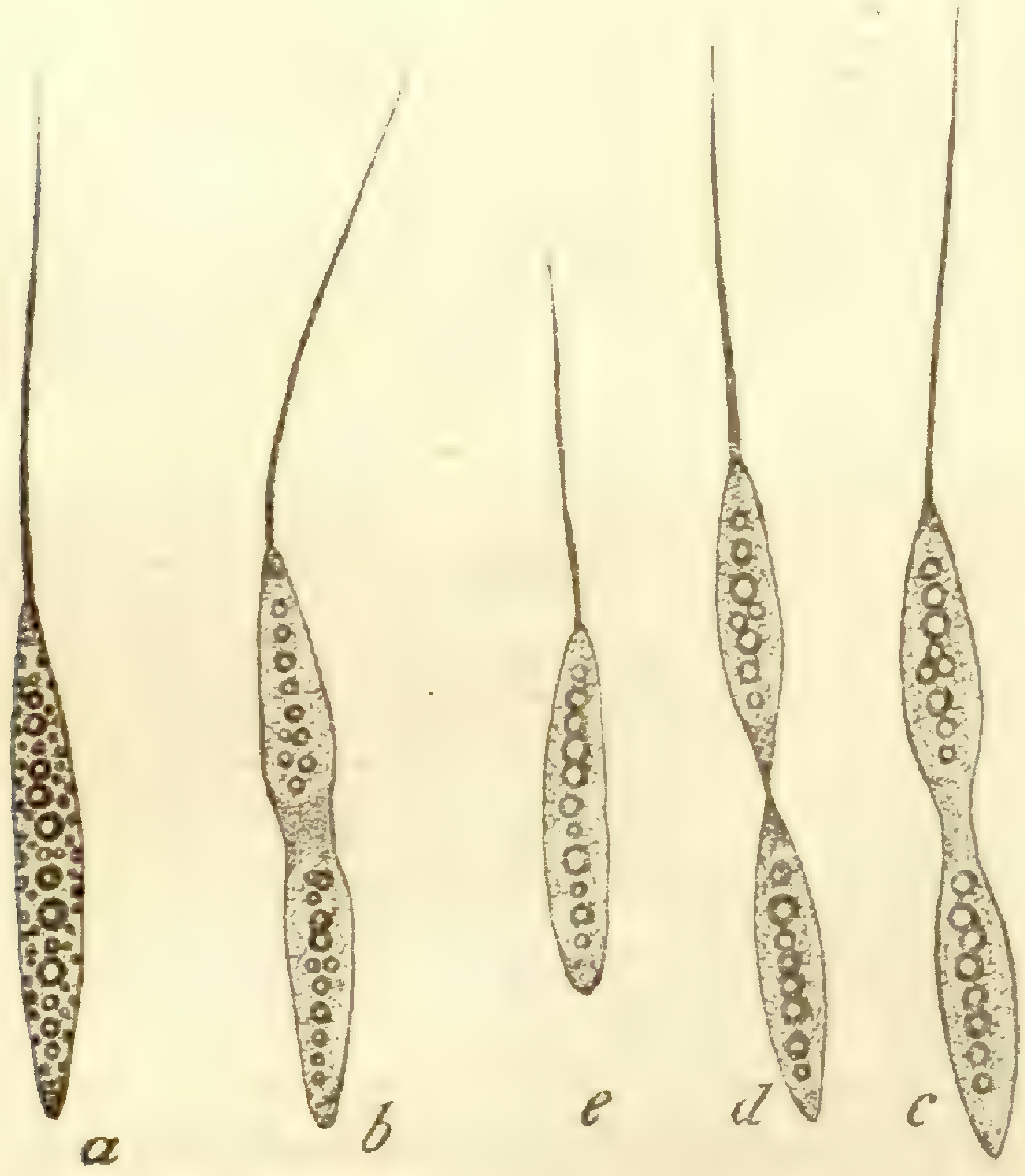


Abb. 2. *Rhabdochromatium Linsbaueri.* a Habitusbild mit Inhaltskörpern, reihenförmig gelegenen S-Körnern und kleineren 0,5—1,3 μ großen $CaCO_3$-Körnern. b—e Teilungsstadien. Vergr. ca. 1700mal.

die gleichmäßige Durchfärbung mit Bakteriopurpurin, different ausgebildete Rindenschicht des Protoplasten, gleichen ganz dem *Chromatium Linsbaueri.* Ein Schleimhof ist nie vorhanden. Ausgewachsene Individuen sind ca. 30 μ lang, 3—4,5 μ breit und haben eine 20 bis 30 μ lange Geißel, die gegen die Spitze hin sich verjüngt.

Für die hier neu beschriebenen Purpurbakterien halte ich die Aufstellung neuer Arten für ausreichend zur Bestimmung im System. Die Gattungsdefinitionen, wie sie Winogradsky[1]) gibt, müssen aber damit für *Chromatium* eine Ergänzung um das Merkmal der Schleimhofbildung erfahren, für *Rhabdochromatium* wird man die Art der Begeißlung, die konstanten Formverhältnisse und die neuen Inhaltskörper berücksichtigen müssen.

---

[1]) Winogradsky, l. c., pag. 100.

III.

Für die mikrochemische Untersuchung habe ich die ganz typisch ausgebildeten S-tropfen nicht eigens ins Auge gefaßt; nach orientierenden Versuchen über ihr Verhalten zu Lösungsmitteln, Säuren und Blasen, ihre Lichtbrechung und Farbe im mikroskopischen Bilde und ihr Verschwinden im H_2S-freien Wasser, halte ich ihre chemische Natur als S für einwandfrei erwiesen.

Bezüglich der Mikrochemie des zweiten Inhaltskörpers konnte ich mich durch Gruppenreaktionen und Lösungsversuche bald überzeugen, daß kein organischer Körper vorliegt. Auch wenn besonders die Wirkung der Lösungsmittel am gewöhnlichen Präparat leicht zu verfolgen ist, so ist es für eindeutig positive Ionenreaktionen doch unbedingt erforderlich viel Material dazu zu verwenden. Außerdem müssen die für die Reaktion verwendeten Chromatien in wenig destilliertem Wasser mehrfach gewaschen werden, um entscheidende Reaktionen zu erlangen. Ich habe zu diesem Zwecke Proben von dicht mit *Chromatium Linsbaueri* besiedelten Bodenpartien auf mehrere Objektträger verteilt, größere Detrituspartikel an den Tropfenrand geschoben, die Bakterien mit einer kleinen Pipette neuerlich abgehoben, und das sehr reine Bakterienmaterial mehrmals in Tröpfchen von dest. H_2O gewaschen.

Es zeigt sich nun, daß die fraglichen Inhaltskörper in irgend einer Mineralsäure wie HCl, H_2SO_4, HNO_3 oder in organischen Säuren (Ameisen-, Essig-, Oxal-Apfelsäure etc.) ohne Aufbrausen sich rasch lösen, wenn auf eine größere Menge Wasser im Präparat mit den Bakterien verdünnte Säuren verwendet werden. Wirken dagegen konzentrierte Säuren auf viel Versuchsmaterial in wenig dest. Wasser ein, so erfolgt momentanes Aufbrausen durch Kohlensäureentwicklung. Um Versuchsfehler zu vermeiden, ist es unbedingt notwendig, die Einwirkung des Reagens von Beginn an zu verfolgen, da die Blasen rasch verschwinden. Wie schon MELNIKOFF[1]) zeigte und neuerlich V. BERSA[2]) besonders betont, ist die Löslichkeit von

---

1) MELNIKOFF, P., Untersuchungen über das Vorkommen des kohlensauren Kalkes in Pflanzen. Dissert. Bonn 1877.

2) V. BERSA, E., Über das Vorkommen von kohlensaurem Kalk in einer Gruppe von Schwefelbakterien. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien I. Abt. Bd. 129. 1920.

CO_2 in H_2O, bzw. im verd. Reagens die Ursache des raschen Verschwindens oder Nichtauftretens der Gasblasen, was bei flüchtiger Beobachtung unter Verwendung verdünnter Säuren zu falscher Deutung der Reaktion Anlaß geben kann. In den üblichen organischen Lösungsmitteln — Alkohol, Äther, Benzol, Chloroform etc. — bleiben die Inhaltskörper auch bei längerem Wirken unverändert — viel Material und wenig Wasser — verschwinden aber sehr bald, wenn durch Nachsaugen von Wasser im Präparat das Lösungsmittel verdünnt wird. Gleiches gilt für die Einwirkung von Fixierungsflüssigkeiten mit nachfolgendem Auswaschen.

Von den verschiedenen Ionenreaktionen auf Kationen erhielt ich nun mit allen mikrochemisch verwertbaren Proben auf Ca stets positive Resultate, während alle Versuche andere Ionen aufzuzeigen, negativ ausfielen. Am einfachsten, sichersten und empfindlichsten sind die Molischschen Kalkreaktionen mit $NaCO_3$ oder $KOH + K_2CO_3$ durch Bildung sehr charakteristischer Doppelsalze. Ich habe diese Reaktionen ganz nach Angabe von Molisch[1]) ausgeführt, so daß ich von einer weiteren Beschreibung absehen kann, und in Abb. 1 A nur die Abbildung der ebenfalls von Molisch angegebenen Ca-reaktion mit Oxalsäure gebe[2]). Individuen, die nur S enthalten, zeigen niemals diese auffälligen unregelmäßigen Beutelbildungen mit Oxalsäure; die Reaktion gelingt auch ohne besondere Vorbehandlung im gewöhnlichen mikroskopischen Präparat. Läßt man gut gereinigte Chromatien in wenig dest. H_2O auf dem Objektträger langsam eintrocknen, so kommt es zur Bildung von kleinen Kriställchen, die in ihrem chemischen Verhalten den Inhaltskörpern der Chromatien vollständig gleichen. An diesen Kriställchen gelingt immer sofort der Nachweis von Ca als $CaSO_4$, während die Probe mit H_2SO_4 an den lebenden Bakterien nur dann sich einstellt, wenn größere Mengen verwendet werden. Innerhalb der Zelle fallen auch ohne weitere Vorbehandlung die von V. Bersa angegebenen Reaktionen mit $AgNO_3$, $CuSO_4 + H_2O_2$ und $HgCl_2$ ganz eindeutig positiv aus, die im Verein mit der Reaktion mit Oxalsäure besonders bei *Rhabdochromatium* aus Materialmangel angewendet wurden.

Sonach kann es keinem Zweifel unterliegen, daß diese neuen Purpurbakterien, von denen ich bisher nur die eben beschriebenen zwei Arten gefunden habe, neben elementarem Schwefel auch unter natürlichen Verhältnissen beträchtliche Mengen von kohlensaurem

---

1) Molisch, H., Beiträge zur Mikrochemie. Nr. 5. Nachweis gelöster Ca-verbindungen mit Soda. Ber. d. D. bot. Ges. 34. Bd. 1916, pag. 288.

2) Molisch, H., Beiträge etc. Nr. 6. Nachweis von Kalk mit KOH etc., ebenda, pag. 357.

Kalk als regelmäßigen Inhaltskörper führen. Dieser kommt geformt zu annähernd gleich großen Kügelchen vor, die im polarisierten Licht einfach brechen, sich durch ihre Lichtbrechung im Hellfeld des Mikroskopes von den viel dunkleren Schwefeltropfen sofort unterscheiden und beim Absterben der Zelle rasch lösen, während die Schwefelkügelchen sich von dem intensiv durch Bakteriopurpurin gefärbten Plasma um so deutlicher abheben. Diese neue Gruppe der Purpurbakterien gehört durch den Besitz von Kalk einer sehr weitverbreiteten physiologischen Bakteriengruppe, den Kalkbakterien an, über die ich an anderer Stelle eingehend berichten werde.

Herrn Prof. K. LINSBAUER möchte auch an dieser Stelle für sein Interesse an meinen Arbeiten herzlichst danken, ebenso Frl. RENÉE V. CZERNIN für ihre liebenswürdige Hilfe bei dem Sammeln von Versuchsproben.

Graz, pflanzenphysiolog. Institut, im Februar 1921.

51. S. Kostytschew: Studien über Photosynthese.
I. Das Verhältnis CO_2/O_2 bei der Kohlensäureassimilation.

(Eingegangen am 29. Juli. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Bereits BOUSSINGAULT[1]) hat nachgewiesen, daß CO_2/O_2 bei der photosynthetischen CO_2-Assimilation ungefähr gleich 1 ist. Dieses Resultat wurde alsdann von verschiedenen Forschern im allgemeinen bestätigt[2]), obgleich auch nicht zu unterschätzende Schwankungen in einzelnen Fällen zu verzeichnen waren. Namentlich in Versuchen von BONNIER und MANGIN[3]) waren die genannten Schwankungen sehr groß, und zwar hat meistens überschüssige Sauerstoffproduktion stattgefunden. Auf Grund von diesen Versuchsergebnissen wurde sogar öfters angenommen, daß ein Teil des Sauerstoffs des aufgenommenen Wassers von den Pflanzen entweicht.

---

[1]) BOUSSINGAULT. Agronomie, chimie agricole et physiologie, Bd. 3, S. 266—379 (1864).

[2]) W. PFEFFER, Arbeit. d. bot. Inst zu Würzburg, Bd. 1, S. 31 (1871); E. GODLEWSKI, Flora, S. 349 (1873); SCHLOESING, Comptes rendus, Bd. 115, S. 881 und 1017 (1892); Bd. 117, S. 756 und 813 (1893) u. a.

[3]) BONNIER und MANGIN, Annales des sciences natur., Botanique, Ser. 7, Bd. 8, S. 5 (1886).

Ganz andere Resultate erhält man aber beim Einsperren der Laubblätter im Verlaufe von wenigen Minuten mit einer CO_2-haltigen Gasmischung. In natürlichen Verhältnissen ist, wie bekannt, die Photosynthese durch CO_2-Mangel gehemmt. Sie wird also durch künstliche CO_2-Gabe bedeutend gesteigert. Doch absorbieren hierbei die Blätter, nach meinen Erfahrungen, CO_2 anfänglich in Mengen, die diejenigen des abgeschiedenen Sauerstoffs bedeutend übersteigen. Nach kurzer Zeit ist jedoch ein umgekehrtes Verhalten zu verzeichnen, und es wird Sauerstoff in überschüssiger Menge produziert. Schließlich stellt sich ein Gleichgewicht ein, und CO_2/O_2 erreicht eine konstante Größe, die genau gleich 1 ist.

Die nachstehenden Versuche sollen das Gesagte erläutern. In diesen Versuchen habe ich Laubblätter von Samenpflanzen und grüne Algen eingesperrt in flache Eprouvetten mit einer CO_2-haltigen Gasmischung, deren prozentische Zusammensetzung analytisch bestimmt worden war. Das Volumen des Gases war immer gleich 20 ccm (mit einer Gasbürette bei athmosphärischem Druck abgemessen) und das Quecksilberniveau in der Eprouvette mit etwas Wasser überschichtet.

Die mit Versuchsobjekten beschickten und mit Quecksilber eingesperrten Eprouvetten habe ich entweder am direkten Sonnenlichte oder im Schatten exponiert; dann wurde das Gas in eine SALETsche Pipette übergeführt und für die Analysen verwendet. Die Gasanalysen habe ich im Apparate von POLOWZOW-RICHTER[1] ausgeführt; bei gutem Kalibrieren des Meßrohres liefert dieser Apparat höchst genaue Resultate. Meine Versuche wurden mit verschiedenartigen Objekten angestellt; nachstehend gebe ich einige hierbei erhaltene Resultate wieder. Ausführliche analytische Daten sind im analytischen Beleg zusammengestellt.

Versuch 1.

A. Ein Blatt von *Syringa vulgaris.* 10′ am direkten Sonnenlichte

B. Ein Blatt von *Syringa vulgaris.* 15′ in völliger Dunkelheit.

C. Ein Blatt von *Syringa vulgaris.* 1 Stunde in völliger Dunkelheit. Temp. 26,2° im Schatten.

---

[1] W. PALLADIN und S. KOSTYTSCHEW. Abderh. Handb. der bioch Arbeitsmeth., Bd. 3, S. 490 (1910).

Analyse des Gases vor dem Versuche.

$CO'_2 = 6{,}38\ \%$, $O_2 = 18{,}88\ \%$, Rest $= 74{,}74\ \%$.

A. Gasanalyse.

$CO_2 = 4{,}39\ \%$, $O_2 = 20{,}47\ \%$, Rest $= 75{,}14\ \%$.

B. Gasanalyse.

$CO_2 = 6{,}50\ \%$.

C. Gasanalyse.

$CO'_2 = 6{,}58\ \%$, $O_2 = 18{,}61\ \%$, Rest $= 74{,}81\ \%$.

Die Berechnung von CO_2/O_2 der Lichtportion ergibt:

CO_2 aufgenommen . . . $6{,}38 - 4{,}39 \cdot \frac{7474}{7514} = 2{,}02\ \%$.

O_2 abgeschieden . . . $20{,}47 \cdot \frac{7474}{7514} - 18{,}88 = 1{,}48\ \%$.

$$CO_2/O_2 = 1{,}37.$$

Das Blatt hat also etwa ein Drittel des absorbierten CO Volumens ohne Sauerstoffausscheidung sich angeeignet.

Die in Dunkelheit belassenen Blätter zeigen, daß die Atmung des Blattes im Vergleich mit seiner photosynthetischen Tätigkeit bei der kurzen Versuchsdauer gar nicht in Betracht kommt. Selbst nach einstündigem Verweilen in Dunkelheit hat sich die Zusammensetzung der Gasmischung nicht merklich verändert. Die abnorme Größe von CO_2/O_2 der Lichtportion ist also keineswegs auf den Einfluß des respiratorischen Gaswechsels zurückzuführen. Ebenso ist die Annahme kaum stichhaltig, daß CO_2 oder Sauerstoff schlechterdings in den Interzellularräumen des Blattes in gasförmigem Zustande aufgehalten war. Durch Auspumpen des Gases aus der Eprouvette wurde immer eine starke Verdünnung bewirkt; auch habe ich immer das Gas von der Pipette in die Eprouvette zurückgetrieben und die ganze Manipulation mehrmals wiederholt. Eine einfache Berechnung zeigt außerdem, daß die in den Interzellularräumen enthaltene Gasmenge viel zu gering ist, um die Versuchsergebnisse zu bedingen. Die Gesamtfläche der Versuchsblätter betrug in meinen Versuchen rund 16 qcm, die Dicke je eines Blattes etwa 0,3 mm. Das Volumen des Blattes samt dem darin enthaltenen Gase kann also 0,5 ccm nicht übersteigen. Da nun der CO_2-Gehalt des Gases im obigen Versuche 6,5 % betrug, so könnte im Blatte nicht mehr als 0,03 ccm CO_2 in Gasform, oder das gleiche Volumen des aus diesem entstandenen Sauerstoffs aufgehalten werden. Alle übrigen Versuche mit Laubblättern ergaben vollkommen analoge Resultate, wie es aus Nachfolgendem zu ersehen ist.

Versuch 2.

A. Ein Blatt von *Syringa vulgaris.* 40′ am starken diffusen Lichte.

B. Ein Blatt von *Betula verrucosa.* 6′ am direkten Sonnenlichte. Nach Entnahme einer Gasprobe wurde das Blatt noch 10′ am Sonnenlichte exponiert. Temp. 17,6° im Schatten.

Analyse des Gases vor dem Versuche.

$CO_2 = 6{,}74\ \%$, $O_2 = 18{,}65\ \%$, Rest $= 74{,}61\ \%$.

A. Gasanalyse.

$CO_2 = 1{,}35\ \%$, $O_2 = 23{,}98\ \%$, Rest $= 74{,}67\ \%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}01$.

B. Gasanalyse nach 6-min. Exposition.

$CO_2 = 4{,}05\ \%$, $O_2 = 20{,}96\ \%$, Rest $= 74{,}99\ \%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}26$.

B. Gasanalyse nach 16-min. Exposition.

$CO_2 = 0{,}24\ \%$, $O_2 = 25{,}17\ \%$, Rest $= 74{,}59\ \%$.

CO_2/O_2 für 16 Min. $= 1{,}00$.

CO_2/O_2 für die letzten 10 Min. $= 0{,}88$.

Auch in anderen Versuchen war CO_2/O_2 bei starkem CO_2-Verbrauch immer gleich 1, bei geringem CO_2-Verbrauch aber immer größer als 1.

Versuch 3.

A. Ein Blatt von *Achillea Millefolium.* 10′ am direkten Sonnenlichte. Nach Entnahme einer Gasprobe wurde das Blatt noch 30′ am Sonnenlichte exponiert.

B. Ein Blatt von *Lamium album.* 6′ am direkten Sonnenlichte. Nach Entnahme einer Gasprobe wurde das Blatt noch 40′ am diffusen Lichte exponiert. Temp. 17,4° im Schatten.

Gasanalyse vor dem Versuche.

$CO_2 = 6{,}80\ \%$, $O_2 = 18{,}70\ \%$, Rest $= 74{,}50\ \%$.

A. Gasanalyse nach 10′-Exposition.

$CO_2 = 3{.}64\ \%$, $O_2 = 21{,}33\ \%$, Rest $= 75{,}03\ \%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}29$.

A. Gasanalyse nach 40′-Exposition.

$CO_2 = 0{,}29\ \%$, $O_2 = 24{,}95\ \%$, Rest $= 74{,}76\ \%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}05$.

B. Gasanalyse nach 6′-Exposition.

$CO_2 = 4{,}21\ \%$, $O_2 = 20{,}82\ \%$, Rest $= 74{,}97\ \%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}31$.

B. Gasanalyse nach 46'-Exposition.

$CO_2 = 0{,}27\ \%$, $O_2 = 25{,}15\ \%$, Rest $= 74{,}58\ \%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}01$.

Versuch 4.

A. Ein Blatt von *Potentilla anserina.* 3' am direkten Sonnenlichte. Nach Entnahme einer Gasprobe wurde das Blatt noch 40' am starken diffusen Lichte belassen.

B. Ein Blatt von *Betula verrucosa.* 3' am Sonnenlichte (Cirruswolken).

C. Ein Blatt von *Betula verrucosa.* 20' im Schatten.

Temp. 20,5 ° im Schatten.

Gasanalyse vor dem Versuche.

$CO_2 = 7{,}15\ \%$, $O_2 = 18{,}58\ \%$, Rest $= 74{,}27\ \%$.

Wiederholung derselben Analyse.

$CO_2 = 7{,}23\ \%$, $O_2 = 18{,}52\ \%$, Rest $= 74{,}25\ \%$.

A. Gasanalyse nach 3'-Exposition.

$CO_2 = 6{,}48\ \%$, $O_2 = 19{,}03\ \%$, Rest $= 74{,}49\ \%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}74$.

A. Gasanalyse nach 43'-Exposition.

$CO_2 = 0{,}20\ \%$, $O_2 = 25{,}56\ \%$, Rest $= 74{,}24\ \%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}00$.

B. Gasanalyse.

$CO_2 = 6{,}69\ \%$, $O_2 = 18{,}83\ \%$, Rest $= 74{,}49\ \%$.

$CO_2/O_2 = 2{,}50$.

C. Gasanalyse.

$CO_2 = 6{,}27\ \%$, $O_2 = 19{,}27\ \%$, Rest $= 74{,}46\ \%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}40$.

Versuch 5.

A. Ein Blatt von *Epilobium angustifolium.* 4' am direkten Sonnenlichte.

B. Ein Blatt von *Epilobium angustifolium.* 15' am direkten Sonnenlichte.

C. Ein Blatt von *Salix caprea.* 5' am direkten Sonnenlichte. Nach Entnahme einer Gasprobe wurde das Blatt noch 20' am direkten Sonnenlichte belassen.

Leichter Dunst. Temp. 22,5 ° im Schatten.

Gasanalyse vor dem Versuche.

$CO_2 = 7{,}06\ \%$, $O_2 = 18{,}67\ \%$, Rest $= 74{,}27\ \%$.

A. Gasanalyse.

CO_2 = 6,20 %, O_2 = 19,34 %, Rest = 74,46 %.

CO_2/O_2 = 1,42.

B. Gasanalyse.

CO_2 = 0,39 %, O_2 = 25,18 %, Rest = 74,43 %.

CO_2/O_2 = 1,03.

C. Erste Probe, nach 5′-Exposition.

CO_2 = 5,60 %, O_2 = 19,76 %, Rest = 74,64 %.

CO_2/O_2 = 1,34.

C. Zweite Probe, nach 25′-Exposition.

CO_2 = 0,15 %, O_2 = 5,42 %, Rest = 74,43 %.

CO_2/O_2 = 1,02.

Versuch 6.

Ein Blatt von *Lamium album* wurde 1 Stunde im Schatten exponiert. Temp. 15,2 ° im Schatten.

Gasanalyse vor dem Versuche.

CO_2 = 10,43 %, O_2 = 18,58 %, Rest = 70,99 %.

Gasanalyse nach der Exposition.

CO_2 = 9,03 %, O_2 = 19,40 %, Rest = 71,12 %.

CO_2/O_2 = 1,84.

Versuch 7.

A. Ein Blatt von *Betula verrucosa.* 20′ am direkten Sonnenlichte.

B. Ein Blatt von *Betula verrucosa.* 1 Stunde im Schatten. Temp. 17 ° im Schatten.

Gasanalyse vor dem Versuche.

CO_2 = 6,62 %, O_2 = 18,92 %, Rest = 74,46 %.

A. Direktes Sonnenlicht. Gasanalyse.

CO_2 = 0,93 %, O_2 = 24,67 %, Rest = 74,40 %.

CO_2/O_2 = 0,99.

B. Schatten. Gasanalyse.

CO_2 = 4,72 %, O_2 = 20,36 %, Rest = 74,92 %.

CO_2/O_2 = 1,49.

Die beiden letzten Versuche zeigen, daß CO_2/O_2 selbst nach einstündigem Verweilen in einer CO_2-reichen Atmosphäre beträchtliche Größe erreicht, wenn nur der CO_2-Verbrauch langsam vor sich geht. Es ist freilich kaum möglich, daß nach Ablauf von 1 Stunde die Zusammensetzung der inneren Atmosphäre der Interzellularräume von derjenigen der äußeren Gasmischung wesentlich verschieden wäre. Viel wahrscheinlicher ist die Voraussetzung, daß eine bedeutende CO_2-Menge ohne entsprechende Sauerstoffausscheidung chemisch gebunden war.

Besonders überzeugend waren in dieser Hinsicht Versuche mit Conferven, die überhaupt keine Interzellularräume führen. Trotzdem erreicht namentlich bei diesen Pflanzen CO_2/O_2 eine außerordentliche Größe.

Versuche mit Algen habe ich auf folgende Weise ausgeführt: Grüne Flocken, die fast ausschließlich aus *Spirogyra communis* und *Zygnema stellinum* bestanden, wurden gut ausgewaschen, auf Streifen von Fließpapier in dünner Schicht aufgetragen und in die Eprouvetten eingeführt. Die assimilatorische Tätigkeit der Algen war in diesen Verhältnissen zuerst eine überaus energische, dann aber nahm sie ziemlich rasch ab, was wahrscheinlich auf die bereits von EWART[1]) hervorgehobene Inaktivierung der Chloroplasten durch grelles Licht zurückzuführen ist.

Versuch 8.

Algen (*Spirogyra communis* und *Zygnema stellinum*), wurden 5′ am direkten Sonnenlichte exponiert. Temp. 23,2° im Schatten.

Gasanalyse vor dem Versuche.

$CO_2 = 7{,}06\ \%$, $O_2 = 18{,}67\ \%$, Rest $= 74{,}27\ \%$.

Gasanalyse nach der Exposition.

$CO_2 = 5{,}09\ \%$, $O_2 = 19{,}42\ \%$, Rest $= 75{,}49\ \%$.

$CO_2/O_2 = 4{,}66$.

Versuch 9.

A. Algen wurden 6′ am Sonnenlichte exponiert. Nach Entnahme einer Gasprobe wurde die Eprouvette noch 15′ am Sonnenlichte belassen.

B. Eine andere Portion wurde 5′ am direkten Sonnenlichte exponiert. Temp. 15,2° im Schatten.

Gasanalyse vor dem Versuche.

$CO_2 = 10{,}43\ \%$, $O_2 = 18{,}58\ \%$, Rest $= 70{,}99\ \%$.

A. Algen nach 6′-Exposition.

$CO_2 = 8{,}59\ \%$, $O_2 = 19{,}31\ \%$, Rest $= 72{,}10\ \%$.

A. Algen nach 21′-Exposition.

$CO_2 = 5{,}65\ \%$, $O_2 = 22{,}60\ \%$, Rest $= 71{,}75\ \%$.

CO_2/O_2 nach 6′ $= 4{,}60$, CO_2/O_2 nach 21′ $= 1{,}27$.

---

[1]) EWART, Journ. of Linn. Soc., Bd. 31, S. 364 (1895/96).

B. Algen nach 5′-Exposition.

$CO_2 = 8{,}96\,\%$, $O_2 = 19{,}27\,\%$, Rest $= 71{,}77\,\%$.

$CO_2/O_2 = 3{,}20$.

Versuch 10.

A. Algen am diffusen Lichte 30′.

B. Algen am direkten Sonnenlichte 3½′, alsdann in Dunkelheit 25′. Temp. 17° im Schatten.

Gasanalyse vor dem Versuche.

$CO_2 = 4{,}54\,\%$, $O_2 = 19{,}86\,\%$, Rest $= 75{,}60\,\%$.

A. Algen am diffusen Lichte.

$CO_2 = 1{,}89\,\%$, $O_2 = 22{,}40\,\%$, Rest $= 75{,}71\,\%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}04$.

B. Algen am Sonnenlichte 3½′.

$CO_2 = 3{,}64\,\%$, $O_2 = 20{,}45\,\%$, Rest $= 75{,}91\,\%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}80$.

B. Algen am Sonnenlichte, danach in Dunkelheit.

$CO_2 = 3{,}79\,\%$, $O_2 = 20{,}33\,\%$, Rest $= 75{,}88\,\%$.

$CO_2/O_2 = 1{,}94$.

Es ergab sich also, daß bei kurzdauernder Exposition CO_2/O_2 bei Algen auffallend groß ist; nach Ablauf von einiger Zeit wird jedoch der Gaswechsel ganz normal und $CO_2/O_2 = 1$. Es liegt hier zweifellos eine ganz allgemeine Erscheinung vor, die vielleicht nicht ohne Bedeutung sein kann für die Erschließung der chemischen Seite der photosynthetischen CO_2-Reduktion. Höchstwahrscheinlich steht die in vorliegender Mitteilung hervorgehobene Tatsache im Zusammenhange mit der wichtigen Beobachtung von WILLSTÄTTER und STOLL[1]) hinsichtlich der CO_2-Bindung durch kolloidale Chlorophyllösungen.

Beachtenswert ist auch der Umstand, daß CO_2/O_2 bei allen Pflanzen nach genügend langer Expositionsdauer immer genau gleich 1 war. Es ist kaum zweifelhaft, daß die abweichenden Angaben von BONNIER und MANGIN und von anderen Forschern durch die vorstehend dargelegten Tatsachen erklärbar sind. In eudiometrischen Versuchen wird anfangs ein Überschuß von CO_2 aufgenommen, dann aber ein Überschuß von O_2 abgeschieden. Diese durch eine reichliche Co_2-Gabe verursachten Störungen des normalen Gaswechsels werden jedoch nach kurzer Zeit ausgeglichen. Das wahre Verhältnis CO_2/O_2 bei der photosynthetischen CO_2-Assimilation ist also **genau gleich 1**. Zu meiner Befriedigung habe ich aus

---

1) R. WILLSTÄTTER und A. STOLL, Chem. Ber., Bd. 50, S. 1791 (1917).

Analytischer Beleg.

Ablesungen am Meßrohr bei den Gasanalysen.

Nr. des Versuchs	Herkunft des Gases und Beleuchtung	Exposition in Minuten	Ursprüngliches Gasvolumen	Gasvolumen nach Bearbeitung mit KOH.	Gasvolumen nach Zulassung von Wasserstoff	Gasvolumen nach der Explosion	CO_2 in %	O_2 in %
1	Gasanalyse vor dem Vers.	—	153,48	143,69	213,39	126,48	6,38	18,88
	Springa vulgaris, dir. Licht	10	154,12	147,34	219,61	124,98	4,39	20,47
	„ „ Dunkelh.	15	154.22	144,19	—	—	6,50	—
	„ „ „	60	176,61	164,99	236,04	137.45	6,58	18,61
2	Gasanalyse vor dem Vers.	—	169,45	158,03	232,20	137,40	6,74	18,65
	Springa vulgaris, diff. Licht	40	169,95	167,65	255,02	132,77	1,35	23,98
	Betula verrucosa, dir. Licht	6	168,15	161,34	237,82	132,06	4,05	20,96
	„ „ „ „	16	167,20	166,80	258,11	131,86	0,24	25,17
3	Gasanalyse vor dem Vers.	—	165.80	154,52	232,52	139,48	6,80	18,70
	Achillea Millefol., dir. Licht	10	167,75	161,64	245,56	138,17	3,64	21,33
	„ „ „ „	40	169,70	169,20	259,75	132,75	0,29	24,95
	Lamium album, dir. Licht	6	169,00	161,89	242,58	137,05	4,21	20,82
	„ „ diff. Licht	46	167,20	166,75	259,77	133,63	0,27	25,15
4	Gasanalyse vor d. Vers. I	—	167.55	155,57	231,19	137,81	7,15	18,58
	„ „ „ „ II	—	169,80	157,53	234.16	139,83	7,23	18,52
	Potentilla anser., dir. Licht	8	170.31	159 28	238 00	140,74	6,48	19,03
	„ „ diff. Licht	43	172,61	172,26	264,73	132,36	0,20	25,56
	Betula verrucosa, dir. Licht	3	168,55	157.28	233,36	138,17	6,69	18,82
	„ „ Schatten	20	170,30	159,63	235,60	137,15	6,27	19,27
5	Gasanalyse vor dem Vers.	—	170,31	158,28	234,71	139,32	7,06	18,67
	Epilobium angust., dir. Licht	4	168,85	158,38	237,05	139,07	6,20	19,34
	„ „ „ „	15	166,10	165,45	255,65	130,20	0,39	25,18
	Salix caprea, dir. Licht	5	169,15	159,68	236,16	135,90	5.60	19,76
	„ „ „ „	25	169,25	169,05	262,73	133,68	0,15	25,42
6	Gasanalyse vor dem Vers.	—	171,56	153,67	231,99	136,35	10,43	18,58
	Lamium album, Schatten	60	171,51	156,02	236.46	136,65	9,03	19,40
7	Gasanalyse vor dem Vers.	—	176,16	164,50	240,42	140,44	6,62	18,92
	Betula verrucosa, dir. Licht	20	170,56	169,30	258,93	132,42	0,93	24,67
	„ „ Schatten	60	170,06	162,04	241,17	137,25	4.72	20,86
8	Gasanalyse vor dem Vers.	—	170,31	158,28	234,71	139,32	7,06	18,67
	Algen, dir. Licht	5	169,25	160,64	239,77	141,20	5,09	19,42
9	Gasanalyse vor dem Vers.	—	171,56	153,67	231,99	136,35	10,48	18,58
	Algen, dir. Licht	6	156,62	143,16	226.63	135,90	8,59	19,31
	„ „ „	21	162,29	158,12	252,97	142,96	5,65	22,60
	„ „ „	5	167,85	152,81	253,47	156,42	8,96	19,27
10	Gasanalyse vor dem Vers.	—	170,21	162,49	236,44	135,04	4,54	19,86
	Algen, diff. Licht	40	170,21	167,00	250,27	135,90	1.89	22,40
	„ dir. Licht	8 ½	164,79	158,78	241,25	140,14	3,64	20,45
	„ dir. Licht u. Dunk.	3½ u. 25	168,80	162,39	246,61	143,67	3,79	20,33

einer Mitteilung von WILLSTÄTTER und STOLL[1]) ersehen können, daß die genannten Forscher mit Hilfe einer anderen Versuchsmethodik dasselbe Resultat erhielten: Das Verhältnis CO_2/O_2 war in ihren Versuchen ebenfalls ganz konstant, und zwar immer genau gleich 1. Wir sind also wohl zu dem Schluß berechtigt, daß Schwankungen der Größe von CO_2/O_2, wie sie im respiratorischen Gaswechsel so oft vorkommen und so leicht begreiflich sind, beim normalen (natürlichen) Gange des photosynthetischen Gaswechsels nicht geschehen. Dies ist auch vom theoretischen Standpunkte aus eine gut erklärbare Tatsache.

Als eine methodologische Schlußfolgerung der vorliegenden Arbeit kann die Vorschrift gelten, daß die Energie der assimilatorischen Tätigkeit der grünen Pflanzenteile in eudiometrischen Versuchen nach der Menge des aufgenommenen Kohlendioxyds, nicht aber nach derjenigen des abgeschiedenen Sauerstoffs gemessen werden muß.

Die einschlägige Literatur war ich imstande, wohl auch nicht vollständig, nur bis Ende des Jahres 1917 zu berücksichtigen.

St. Petersburg, Universität. Pflanzenphysiol. Laboratorium.

52. S. Kostytschew: Studien über Photosynthese. II. Wirkt Wundreiz stimulierend auf die Kohlensäureassimilation am Lichte?

(Eingegangen am 29. Juli 1921. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Es scheint, daß Wundreiz sämtliche Funktionen des lebenden Plasmas in der ersten Periode der Reizwirkung stark stimuliert. Nicht ohne Interesse scheint deshalb die Frage zu sein, ob die photosynthetische Tätigkeit der Laubblätter durch Verwundung gesteigert wird? Die erhaltenen Resultate könnten zur Beurteilung der Frage nach der Anteilnahme der Chloroplasten einerseits und des Zellplasmas andererseits am Vorgange der CO_2-Assimilation verwendet werden. Die Versuche verschiedener Forscher über den Einfluß der Giftstoffe auf die CO_2-Assimilation sprechen zwar zu Gunsten der Annahme, daß der genannte Vorgang durch Reizwirkung nicht befördert wird[1]), doch sind hier die Verhältnisse ziemlich kompliziert, und verschiedene Einwände nicht von der Hand zu weisen.

---

[1]) R. WILLSTÄTTER und A. STOLL, Chem. Ber., Bd. 50, S. 1777 (1917).

Meine Versuche habe ich auf folgende Weise ausgeführt. Es wurden immer an einer im Freien wachsenden Pflanze zwei gesunde, lebenskräftige Laubblätter von möglichst gleicher Fläche für den Versuch ausgewählt. Das eine Blatt habe ich mit einer fein zugespitzten Glasnadel zerstochen; nach dieser Operation sah das Blatt wie ein feinmaschiges Netz aus. Das andere Blatt blieb intakt. Nach Ablauf von einer bestimmten Zeit wurden beide Blätter abgehoben und in flachen Eprouvetten mit je 20 cc CO_2-haltiger Gasmischung (mit einer kalibrierten Gasbürette beim atmosphärischen Druck abgemessen) gleichzeitig am Sonnenlichte exponiert. Nach der Exposition wurde das Gas von je einer Eprouvette in eine SALETsche Pipette eingesogen und für die Analyse verwendet. Die Gasanalysen habe ich im Apparate von POLOWZOW-RICHTER[2]) ausgeführt. Auf Grund der vorstehenden Arbeit habe ich die Energie der Photosynthese ausschließlich nach der Menge des aufgenommenen Kohlendioxyds ermittelt, infolgedessen fehlen auch in den Versuchsprotokollen die Resultate der Sauerstoffbestimmungen. Die erhaltene Menge des assimilierten Kohlendioxyds wurde immer auf eine Stunde und 1 qdc Blattfläche umgerechnet; diese Zahlen drücken also die Energie der CO_2-Assimilation der Blätter aus.

Versuch 1.

27. August. 2 Blätter von *Betula pubescens*. Das eine Blatt wurde um 10^h 30′ V. zerstochen. Nach 24 St. wurden beide Blätter abgeschnitten und im Verlaufe von 25′ am diffusen Lichte exponiert. Temp. 18° im Schatten.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngliches Volumen . .	176,66	CO_2 . . . 8,84 %
Nach Bearbeitung mit KOH	161,04	

---

[1]) TREBOUX, Flora, Bd. 92, S. 49 (1903); IRVING, Annals of Bot., Bd. 25, S. 1077 (1911); vgl. auch JACOBI, Flora, Bd. 88, S. 323 (1899); SCHRÖDER, Flora, Bd. 99, S. 156 (1909).

[2]) W. PALLADIN und S. KOSTYTSCHEW, ABDERHALDENs Handbuch der biochem. Arbeitsmethoden, Bd. 3, S. 490 (1910).

Gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 180,66
Nach Bearbeit. mit KOH . . 167,95
CO_2 . . . 7,04%.

Blattfläche . . . 16,9 qcm.

CO_2 assimiliert pro 1 Stunde und 1 qdm . . . **5,1** cc.

Nicht gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 180,06
Nach Bearbeit. mit KOH . 168,20
CO_2 . . . 6,58%.

Blattfläche . . . 15,9 qcm.

CO_2 assimiliert pro 1 Stunde und 1 qdm . . . **6,8** cc.

Versuch 2.

29. August. 2 Blätter von *Betula pubescens.* Das eine Blatt wurde um 8^h V. zerstochen. Nach 5 St. wurden beide Blätter exponiert. Wolkenloser Himmel, aber trockener Nebel von zahlreichen Waldbränden. Temp. 21,7° im Schatten. Dauer der Exposition 15′.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngl. Volumen 180,86
Nach Bearbeit. mit KOH . . 167,45
CO_2 . . . 7,41%.

Gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 179,56
Nach Bearbeit. mit KOH . . 169,15
CO_2 . . . 5,80%.

Blattfläche . . . 15,0 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm und 1 Stunde . . . **8,6** cc.

Nicht gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 182,91
Nach Bearbeit. mit KOH . . 174,41
CO_2 . . . 4,65%.

Blattfläche . . . 16,9 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm und 1 Stunde . . . **13,1** cc.

Versuch 3.

1. September. 2 Blätter von *Betula pubescens.* Das eine Blatt wurde um 9^h V. zerstochen; nach 2 Stunden wurden beide Blätter am direkten Sonnenlichte exponiert. Temp. 15,2° im Schatten. Dauer der Exposition 10′.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngl. Volumen 179,11
Nach Bearbeit. mit KOH . . 168,25
CO_2 . . . 6,06%.

Gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 178,91
Nach Bearbeit. mit KOH . . 171,46
CO_2 . . . 4,16%.

Blattfläche . . . 16,3 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm und eine Stunde . . . **14,0 cc.**

Nicht gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 180,31
Nach Bearbeit. mit KOH . . 174,06
CO_2 . . . 3,47%.

Blattfläche . . . 16,3 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm in 1 Stunde . . . **19,1 cc.**

Versuch 4.

2. September. 2 Blätter von *Lamium album.* Das eine Blatt wurde um 12^h 30 N. zerstochen; nach 24 Stunden wurden beide Blätter abgeschnitten und exponiert. Direktes Sonnenlicht, sehr abgeschwächt durch trockenen Nebel (Rauch von großen Waldbränden). Temp. 16,4°; Dauer der Exposition 30′.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngl. Volumen 179,41
Nach Bearbeit. mit KOH . . 169,70
CO_2 . . . 5,41%.

Gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 179,26
Nach Bearbeit. mit KOH . . 176,01
CO_2 . . . 1,81%.

Blattfläche . . . 16,0 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm. in 1 Stunde . . . **9,0 cc.**

Nicht gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen . . . , 178,86
Nach Bearbeit. mit KOH . . 176,86
CO_2 . . . 1,12%.

Blattfläche . . . 16,0 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm. in 1 Stunde . . . **10,7 cc.**

Versuch 5.

3. September. 2 Blätter von *Lamium album.* Um 12^h wurde das eine Blatt zerstochen; nach 5 Stunden wurden beide Blätter

exponiert. Dieselben Beleuchtungsverhältnisse, wie im vorstehenden Versuche. Temp. 16,8° im Schatten. Dauer der Exposition 30′.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngl. Volumen 179,45
Nach Bearbeit. mit KOH . . 168,60
CO_2 . . . 6,05%.

Gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 180,56
Nach Bearbeit. mit KOH . . 172,11
CO_2 . . . 4,68%.

Blattfläche . . . 11,4 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm in einer Stunde . . . **4,8** **cc.**

Nicht gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 183,01
Nach Bearbeit. mit KOH . . 173,96
CO_2 . . . 4,93%.

Blattfläche . . . 11,1 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm in 1 Stunde . . . **4,0** **cc.**

Versuch 6.

5. September. 2 Blätter von *Lamium album*. Das eine Blatt wurde um 8^h V. zerstochen; nach 5 Stunden wurden beide Blätter am direkten Sonnenlichte bei leichtem Dunst exponiert. Temp. 20,5° im Schatten. Dauer der Exposition 15′.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngl. Volumen 182,11
Nach Bearbeit. mit KOH . . 169,55
CO_2 . . . 6,90%.

Gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 179,21
Nach Bearbeit. mit KOH . . 170,76
CO_2 . . . 4,72%.

Blattfläche . . . 13,2 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm in 1 Stunde . . . **13,2** **cc.**

Nicht gereiztes Blatt.

Gasanalyse.

Ursprüngl. Volumen 180,26
Nach Bearbeit. mit KOH . . 171,66
CO_2 . . . 4,66%.

Blattfläche . . . 12,6 qcm.

CO_2 assimiliert auf 1 qdm in 1 Stunde . . . **14,2** **cc.**

Es wurden noch einige Versuche ausgeführt, die ganz analoge Resultate ergaben. Der Wundreiz hat in meinen Versuchen keine Steigerung der Energie der CO_2-Assimilation hervorgerufen; vielmehr scheint sogar eine geringe Hemmung der Photosynthese nach der Verwundung einzutreten; dieser Umstand ist aber wohl auf eine Verminderung der arbeitsfähigen Blattfläche infolge Durchlöcherung zurückzuführen.

Auf Grund der erhaltenen Resultate bin ich geneigt anzunehmen, daß Zellplasma am Vorgange der CO_2-Bindung und Reduktion keinen Anteil nimmt; es scheint, daß der genannte Vorgang ausschließlich durch die Tätigkeit der Chloroplasten bewirkt wird. Dieses Ergebnis steht im Einklange mit den Beobachtungen ENGELMANNs[1]) und EWARTs[2]), die auch an isolierten Chloroplasten assimilatorische Tätigkeit konstatierten. Derselben Ansicht scheint auch KNY[3]) sich anzuschließen.

Eine zweite Schlußfolgerung, die in methodischer Hinsicht nicht ganz ohne Bedeutung ist, besteht darin, daß bei quantitativen Bestimmungen der CO_2-Assimilation beliebig zerschnittene Blätter auch für lange dauernde Versuche ohne Bedenken verwendet werden können.

St. Petersburg, Universität, Pflanzenphysiol. Laboratorium.

---

1) ENGELMANN, Bot. Zeitung, 1881, S. 446.

2) EWART, Journal of Linn. Soc., Bd. 31 (1896).

3) KNY, Ber. d. bot. Ges., Bd. 15, S. 388 (1897).

53. S. Kostytschew: Studien über Photosynthese.

III. Findet eine Kohlensäureassimilation während der Sommernächte in der subarktischen Region statt?

(Eingegangen am 29. Juli 1921. Vorgetragen in der Julisitzung.)

St. Petersburg liegt am 60. Grad nördlicher Breite, also etwas nördlich von der Südgrenze der Region von subarktischen hellen Nächten. Von Ende Mai bis Ende Juli tritt hier nach Sonnenuntergang keine Dunkelheit ein: der Himmel bleibt die ganze kurze Nacht hindurch hellblau; keine Sterne sind mit unbewaffnetem Auge sichtbar; während der hellsten Periode (Ende Juni) fallen sogar beim wolkenlosen Himmel leichte Schatten von allen Gegenständen und Abendröte geht unmittelbar in Morgenröte über.

Auf den ersten Blick könnte man voraussetzen, daß unter derartigen Verhältnissen die gesamte Vegetation tätig bleiben und CO_2 assimilieren sollte, da die Tönung der Lichtenergie eine dazu ausreichende zu sein scheint. Doch stellen die meisten Pflanzen ihre photosynthetische Tätigkeit sogleich nach Sonnenuntergang oder gar noch etwas früher ein, was wohl auf ein Schließen der Spaltöffnungen zurückzuführen ist, da Pflanzen mit nicht beweglichen Spaltöffnungen in der Tat während der hellen Nächte allmählich CO_2 assimilieren.

Folgende Versuche sollen das Gesagte illustrieren. Sie sind im Sommer 1920 ausgeführt. In diesen Versuchen habe ich Laubblätter verschiedener Gewächse in flachen Eprouvetten mit einer CO_2-haltigen Gasmischung eingesperrt und an einem offenen Wiesenplatz exponiert; alsdann wurde das Gas für die Analysen verwendet. Die Gasanalysen habe ich im Apparate von POLOWZOW-RICHTER[1]) ausgeführt. Dieser Apparat liefert sehr genaue Resultate. Die Zeitangaben in Versuchsprotokollen stellen mittlere chronometrische Zeit dar. Die Zeiten des Sonnenuntergangs sind astronomischen Tafeln für 1920 entnommen.

---

1) W. PALLADIN und S. KOSTYTSCHEW, Handb. d. biochem. Arbeitsmethod. von E. ABDERHALDEN, Bd. 3, S. 490 (1910).

Versuch 1.

Ein Blatt von *Alnus incana* und ein Blatt von *Betula verrucosa* wurden am 17. Juni von $10^h 20'$ bis $11^h 20'$ N. exponiert. Wolkenloser Himmel. Temp. 10,2°—9,2°. Sonnenuntergang $9^h 25'$.

Gasanalyse vor dem Versuche.

$CO_2 = 9{,}39\,\%$, $O_2 = 18{,}68\,\%$.

Gasanalysen nach der Exposition.

A. *Alnus incana.* $CO_2 = 9{,}44\,\%$.

B. *Betula verrucosa.* $CO_2 = 9{,}27\,\%$, $O_2 = 18{,}72\,\%$.

Versuch 2.

Ein Blatt von *Lamium album* und ein Blatt von *Dactylis glomerata* wurden am 19. Juni von $9^h 45'$ bis $10^h 45'$ N. exponiert. Wolkenloser Himmel. Temp. 15°—10°. Sonnenuntergang $9^h 26'$.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngliches Volumen . . .	152,83
Nach Bearbeitung mit KOH .	142,44
Nach Zulassung von Wasserstoff	213,10
Nach der Explosion	124,78

$CO_2 = 6{,}80\,\%$, $O_2 = 19{,}26\,\%$.

Gasanalysen nach der Exposition.

A. *Lamium album.*

Ursprüngliches Volumen . . .	146,64
Nach Bearbeitung mit KOH .	137,59

$CO_2 = 6{,}85\,\%$.

B. *Dactylis glomerata.*

Ursprüngliches Volumen . . .	161,00
Nach Bearbeitung mit KOH .	149,80

$CO_2 = 6{,}95\,\%$.

Versuch 3.

Ein Blatt von *Lamium album* und ein Blatt von *Dactylis glomerata* wurden am 22. Juni von $9^h 45'$ bis $10^h 45'$ N. exponiert. Wolkenloser Himmel. Temp. 17°—13,4°. Sonnenuntergang $9^h 27'$.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngliches Volumen . . .	147,09
Nach Bearbeitung mit KOH .	138,89
Nach Zulassung von Wasserstoff	199,34
Nach der Explosion	113,36

$CO_2 = 5{,}58\,\%$, $O_2 = 19{,}48\,\%$.

Gasanalysen nach der Exposition.

A. *Lamium album.*

Ursprüngliches Volumen	148,93
Nach Bearbeitung mit KOH	140,29

$CO_2 = 5,80\%$.

B. *Dactylis glomerata.*

Ursprüngliches Volumen	155,97
Nach Bearbeitung mit KOH	147,14

$CO_2 = 5,66\%$.

Versuch 4.

Ein Blatt von *Anthriscus silvestris* und 3 Blätter von *Deschampsia caespitosa* wurden am 24. Juni zuerst vor Sonnenuntergang, von $8^h\ 35'$ bis $9^h\ 5'$ N. am diffusen Lichte, dann nach Sonnenuntergang, von $9^h\ 30'$ bis 10^h N. exponiert. Temp. 19°—13°. Sonnenuntergang $9^h\ 27'$.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngliches Volumen	158,69
Nach Bearbeitung mit KOH	149,08
Nach Zulassung von Wasserstoff	215,51
Nach der Explosion	123,78

$CO_2 = 6,06\%$, $O_2 = 19,27\%$.

A. Exposition vor Sonnenuntergang.

Anthriscus silvestris. Gasanalyse.

Ursprüngliches Volumen	156,77
Nach Bearbeitung mit KOH	149,03
Nach Zulassung von Wasserstoff	213,26
Nach der Explosion	119,03

$CO_2 = 4,94\%$, $O_2 = 20,04\%$.

Deschampsia caespitosa. Gasanalyse.

Ursprüngliches Volumen	157,82
Nach Bearbeitung mit KOH	149,03
Nach Zulassung von Wasserstoff	217,52
Nach der Explosion	123,68

$CO_2 = 5,57\%$, $O_2 = 19,82\%$.

B. Exposition nach Sonnenuntergang.

Anthriscus silvestris. Gasanalyse.

Ursprüngliches Volumen	158,76
Nach Bearbeitung mit KOH	149,16
Nach Zulassung von Wasserstoff	215,09
Nach der Explosion	123,63

$CO_2 = 6,05\%$, $O_2 = 19,25\%$.

Deschampsia caespitosa. Gasanalyse.

Ursprüngliches Volumen . . .	154,82
Nach Bearbeitung mit KOH .	145,09

$CO_2 = 6,28\,\%$.

Obige Versuche zeigen also ganz deutlich, daß die untersuchten Pflanzen nach Sonnenuntergang keine CO_2-Assimilation verrichten und oft sogar kleine CO_2-Mengen ausscheiden. Besonders überzeugend scheint mir der letzte Versuch zu sein: es ergab sich, daß Pflanzen, die noch eine ½ Stunde vor Sonnenuntergang eine ziemlich rege assimilatorische Tätigkeit entwickelten, sogleich nach Sonnenuntergang ihre Arbeit vollständig sistiert haben, obgleich eine merkbare Abschwächung der Beleuchtung noch nicht zu verzeichnen war. Doch trat immer nach Sonnenuntergang rasches Sinken der Temperatur ein, was freilich nicht ohne Einfluß auf den Spaltöffnungsapparat bleiben soll[1]).

Als direkte Ursache der Einstellung der assimilatorischen Arbeit betrachte ich also das Schließen der Spaltöffnungen, welches in erster Linie durch phylogenetisch erworbene Gewohnheit bedingt und durch rasches Sinken der Temperatur befördert wird. An und für sich sind Sommernächte in der Umgebung von St. Petersburg hell genug, um die für photosynthetische Kohlensäureassimilation nötige Energie zu liefern. So habe ich gefunden, daß Nadelhölzer auch nach Sonnenuntergang CO_2 assimilieren. Dies ist z. B. aus folgendem Versuche zu ersehen.

Versuch 5.

Blätter von *Pinus Strobus* und von *Abies sibirica* wurden am 8. Juli von $9^h 30'$ bis $10^h 30'$ N. exponiert. Temp. 19,2°—13,4°. Sonnenuntergang $9^h 17'$.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngliches Volumen . . .	168,50
Nach Bearbeitung mit KOH .	159,33
Nach Zulassung von Wasserstoff	230,33
Nach der Explosion	132,36

$CO_2 = 5,44\,\%$, $O_2 = 19,38\,\%$.

---

[1]) E. STAHL (Bot. Zeitung, Bd. 52, S. 117, 1894) gibt an, daß die Spaltöffnungen von *Betula* und *Alnus* nicht beweglich sind. Diese Beobachtung kann ich nicht bestätigen, worüber an anderer Stelle ausführlicher die Rede sein wird.

Gasanalysen nach der Exposition.

A. *Pinus Strobus.*

Ursprüngliches Volumen . . .	154,22
Nach Bearbeitung mit KOH .	147,13
Nach Zulassung von Wasserstoff	219,04
Nach der Explosion	129,88

$CO_2 = 4{,}60\,\%$, $O_2 = 19{,}27\,\%$.

B. *Abies sibirica.*

Ursprüngliches Volumen . . .	153,28
Nach Bearbeitung mit KOH .	146,14
Nach Zulassung von Wasserstoff	217,40
Nach der Explosion	128,86

$CO_2 = 4{,}65\,\%$, $O_2 = 19{,}27\,\%$.

Beide Pflanzen haben also CO_2 assimiliert. Eine merkbare O_2-Ausscheidung war nicht zu verzeichnen; eine Erklärung dieser Erscheinung ist in meiner ersten Mitteilung über Photosynthese gegeben.

Wahrscheinlich könnten Beobachtungen über das Verhalten verschiedener Pflanzen während der subarktischen Sommernächte noch andere interessante Tatsachen aus dem Gebiete der periodischen Bewegungen ans Tageslicht bringen.

St. Petersburg, Universität, Pflanzenphysiol. Laboratorium.

54. Hans Molisch: Über den Einfluß der Transpiration auf das Verschwinden der Stärke in den Blättern.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 28. Juli 1921. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Gelegentlich meiner Untersuchungen über das Laubblatt als photographische Platte[1]) habe ich eine auf den ersten Blick paradox erscheinende Beobachtung gemacht. Ich fand, daß abends abgeschnittene Laubblätter von *Tropaeolum majus*, die während des Tages lebhaft assimiliert hatten und abends reich an Stärke waren, im dunstgesättigten Raum oder auf Wasser liegend während der Nacht nur unvollkommen ihre Stärke verloren, hingegen in der trockenen Zimmerluft ihre Stärke bis morgens völlig einbüßten. Würde man einem Physiologen die Frage vorlegen, welches Blatt seine Stärke rascher einbüßen würde, das im feuchten oder das im trockenen Raume, so dürfte er nach all unseren Erfahrungen geneigt sein, zu vermuten, daß das turgeszente, im dunstgesättigten Raum vorhandene Blatt, das sich doch unter sehr günstigen Bedingungen im Verhältnis zu dem welkenden Blatte befindet, eine raschere Stärkeumwandlung aufweisen dürfte als das Blatt im trockenen Raume. Und doch ist dem nicht so, sondern das Gegenteil ist der Fall.

Bevor ich zur Schilderung der einschlägigen Versuche übergehe, sei betont, daß die Versuchspflanzen sich in tadelloser Kultur befinden müssen, weil mich die Erfahrung lehrte, daß ungünstige Kulturbedingungen auf die Assimilation einen sehr nachteiligen Einfluß ausüben, und daß die Pflanze auch in diesem Punkte eine hochgradige Empfindlichkeit aufweist. Ich arbeitete daher nie mit Laboratoriumspflanzen, sondern nur mit solchen, die sich im Freien, in frischer guter Luft oder in einem Gewächshause befanden, wo die Kulturbedingungen gute waren.

Besondere Beachtung muß dem Begießen der Pflanzen geschenkt werden, weil beim Austrocknen des Bodens selbst vor Eintritt des Welkens schon Spaltenschluß eintritt und dadurch die Kohlensäureassimilation unterbunden wird.

---

[1]) Molisch, H., Über die Herstellung von Photographien in einem Laubblatte. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. 1914. Bd. CXXIII, Abt. I, p. 928.

Zum makroskopischen Nachweis der Stärke bediente ich mich der bewährten SACHSschen Jodprobe. Es ist zweckmäßig, die Blätter nach dem Kochen und der Befreiung von Chlorophyll in ein weites, mit schwach angesäuerter Jodtinktur beschicktes Präparatenglas einzulegen, das mit einem eingeriebenen Glasstöpsel gut verschlossen werden kann. Man bleibt dann von Joddämpfen unbelästigt und ein und dieselbe Jodtinktur kann für viele Versuche verwendet werden, zumal wenn man dafür sorgt, daß das mit den Blättern entzogene Jod durch einige Jodkriställchen ersetzt wird.

Versuche mit *Tropaeolum majus*.

9. VI. 1914. Temperatur im Schatten 24—29° C. Ein gesundes Blatt, das Vormittag stark diffuses, von Mittag bis Abend

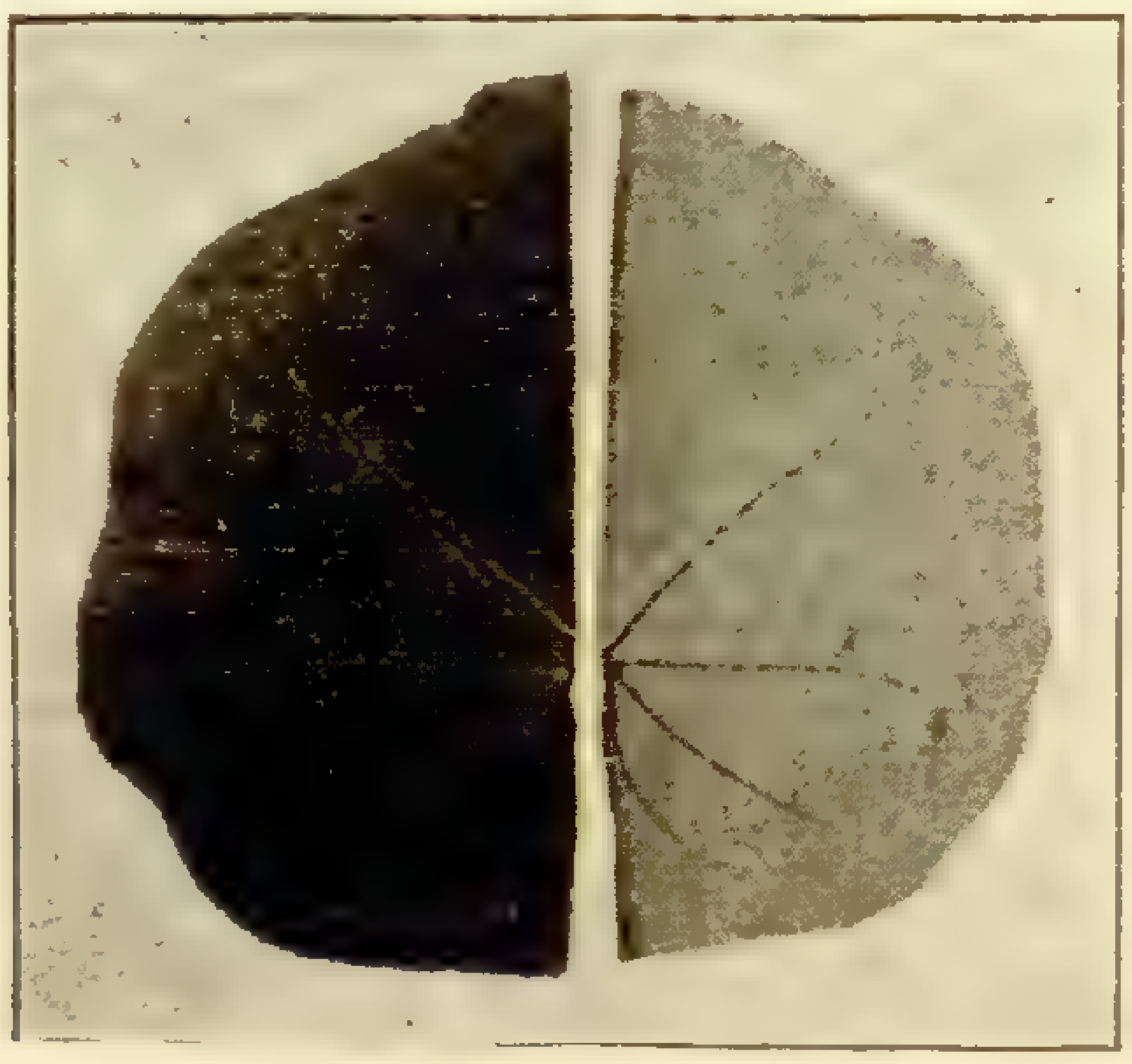


Abb. 1. S. Text.

beständig direktes Sonnenlicht genossen hatte, wurde knapp vor Sonnenuntergang abgeschnitten und mit der Schere halbiert. Die eine Hälfte wurde mit der Oberseite auf Wasser in eine große, mit Deckel verschließbare Kristallisierschale, die andere Hälfte wurde neben die Schale gebracht, und sodann wurden beide durch einen großen Pappsturz verfinstert. Durch Parallelversuche mit Schwesterblättern von derselben Pflanze stellte ich gleichzeitig fest, daß die Blätter soviel Stärke assimiliert hatten, daß sie, der Jodprobe unterworfen, schwarzblau wurden. Als nun nach Ablauf der Nacht am nächsten Tage die beiden Blatthälften mit der Jodprobe auf ihren Stärkegehalt geprüft wurden, zeigte sich zu meiner Überraschung, daß das turgeszente, im dunstgesättigten Raume gewesene Blatt tiefblau, das an der Luft liegende, inzwischen welk gewordene, aber noch lebende Blatt gelbbraun wurde, mit anderen Worten, das turgeszente Blatt war noch stärkereich, das welke hingegen, abgesehen von den Schließzellen und stellenweise vom Geäder, stärkefrei. (Abb. 1.)

Es sei bemerkt, daß es für den Ausfall dieses Versuches nicht von wesentlicher Bedeutung ist, ob man die eine Blatthälfte direkt auf Wasser legt oder in dunstgesättigtem Raume aufhängt. Maßgebend bleibt, daß das Blatt in seiner Transpiration stark gehemmt wird.

Der geschilderte Versuch wurde im Laufe der beiden Jahre 1914 und 1915 während des Frühjahrs und Sommers mit mehr als hundert Blättern wiederholt und gab im wesentlichen stets dasselbe Resultat.

Um festzustellen, ob das so überaus rasche Verschwinden der Stärke in seiner Abhängigkeit von der Transpiration eine auf *Tropaeolum* beschränkte Eigentümlichkeit oder eine verbreitete Erscheinung ist, wurden dieselben Versuche auch mit anderen Pflanzen gemacht.

Versuche mit anderen Pflanzen.

Boehmeria utilis. Gesunde Topfpflanze. Viele Stunden im direkten Sonnenlichte. Abends ein Blatt abgeschnitten, halbiert und dann ebenso wie *Tropaeolum* behandelt. Am nächsten Morgen der Jodprobe unterworfen:

Blatthälfte im dunstgesättigten Raume: tiefblau,
„ „ trockenen „ : schwach gelbbraun,
nur in der Nähe der Schnittwunde blau.

Die Erscheinung, daß das unmittelbar an die Schnittwunde angrenzende Gewebe wegen seines Stärkegehaltes in einer Zone von ½—2 mm mit Jod tiefblau erscheint, habe ich bei vielen Blattarten vorgefunden.

Einschlägige Versuche mit den Blättern von *Urtica urens*, *Ipomoea* sp., *Galinsoga parviflora*, *Tolmiaea Menziesii* und *Impatiens parviflora* verhielten sich bezüglich der Raschheit der Umwandlung der Stärke wie *Tropaeolum*blätter, so daß wir sagen können:

Abgeschnittene Blätter der genannten Pflanzen verlieren ihre Stärke in trockener Luft, also bei starker Transpiration, viel rascher als in dunstgesättigter Luft, wo die Transpiration ganz oder nahezu ganz verhindert ist.

Warum das so ist, bleibt vorläufig fraglich. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß die Förderung der Stärkewandlung durch die beim Welken des Blattes eintretende Konzentration gewisser Stoffe, vielleicht der Diastase, bewerkstelligt wird.

Die geschilderten Versuche stehen im Zusammenhange mit den mir später bekanntgewordenen von RYWOSCH[1]), der beobachtete, daß Topfpflanzen von *Impatiens Sultani* und abgeschnittene Sprosse von *Polemonium coeruleum* ihre Stärke verschieden rasch einbüßen, je nachdem sie sich unter Glocken in trockener oder feuchter Luft befanden. „Während die unter der trockenen Glocke verbliebenen Blätter mit der Jodprobe nur sehr wenig und recht blaß sich färbten, waren die unter der feuchten Glocke nach der Reaktion recht dunkel gefärbt[2])."

RYWOSCH schließt aus dem Ausbleiben der Stärkereaktion stets auf eine Auswanderung der Stärke bzw. des daraus entstehenden Zuckers aus dem Blatte. Obwohl ich keineswegs daran zweifle, daß eine Auswanderung stattfinden kann, und daß eine solche in den Versuchen von RYWOSCH auch tatsächlich stattgefunden haben dürfte, so muß ich doch betonen, daß Verschwinden der Stärke nicht gleichbedeutend mit Auswanderung ist, wie es RYWOSCH und viele andere Forscher annehmen, denn meine Experimente, die bloß mit der Blattspreite ohne Blattstiel gemacht worden sind, liefern den Beweis, daß die Stärke schon während einer Nacht vollends umgewandelt werden kann, ohne daß die Möglichkeit für die Auswanderung überhaupt gegeben ist, und daß man daher aus dem Verschwinden der Stärke zunächst nur auf eine Stärkeumwandlung schließen darf. Wie aus meinen Versuchen mit Blattspreiten deutlich hervorgeht, verschwindet unter günstigen Bedingungen der Transpiration schon während einer einzigen Nacht die Stärke vollends, obwohl das Umwandlungsprodukt aus dem Blatte gar nicht heraus kann. — Gewöhnlich wird angenommen, daß die Stärke im Blatte in Zucker verwandelt wird, und der Hauptsache nach wird dies in vielen Fällen auch richtig sein. Würde dies auch für abgeschnittene, stiellose Blätter gelten, dann sollte man erwarten, daß in meinen Versuchen die stark transpirierenden, entstärkten Blattspreiten nach der Stärkeumwandlung mehr Zucker enthalten als die turgeszenten, nur teilweise von Stärke befreiten. Wie sich die Sache wirklich verhält, zeigt der folgende Versuch:

An einem sonnigen Junitage, an dem *Tropaeolum*pflanzen Gelegenheit hatten, reichlich zu assimilieren, wurden 80 gesunde,

---

1) RYWOSCH, S., Zur Stoffwanderung im Chlorophyllgewebe. Botan. Ztg. 1908, Jg. 66, I. Abt., p. 121.

2) RYWOSCH, S., l. c., p. 123.

gut ausgebildete Blätter knapp vor Sonnenuntergang abgeschnitten und vom Blattstiel ganz befreit. 40 davon wurden in dunstgesättigten Raum und 40 in relativ trockene, reine Zimmerluft gelegt. Alle Blätter lagen auf Glasplatten mit der morphologischen Unterseite nach oben und waren durch große Pappstürze verfinstert. Hier blieben sie über Nacht. Morgens wurden die Blätter des dunstgesättigten Raumes, die ihre Turgeszenz vollständig bewahrt hatten, und ebenso die der trockenen Luft, die ziemlich welk, aber durchwegs lebensfähig waren, der Analyse unterworfen. Durch Parallelversuche habe ich mich auch wiederum überzeugt, daß die welken Blätter während der Nacht ihre Stärke vollständig umgewandelt hatten, die turgeszenten aber nur zum geringen Teile.

Herr Prof. Dr. H. ZIKES hatte auf mein Ersuchen die Güte — hierfür sei ihm auf das herzlichste gedankt —, die notwendigen Analysen vorzunehmen, und teilt mir darüber folgendes mit. Der Versuch wurde zweimal (Analyse I und II) gemacht.

Behufs der Zuckerbestimmung wurden die Blätter rasch zerschnitten, gewogen, mit Quarzpulver zerrieben und ½ Stunde lang mit Wasser digeriert, bzw. extrahiert. Ein Teil des Extraktes wurde sofort zur Bestimmung des Zuckers nach ALLIHN durch Reduktion des Kupfers verwendet, der andere Teil wurde invertiert und dann die Menge der reduz. Subst. bestimmt.

Die welken Blätter enthalten (bezogen auf trockene Substanz):
nach Analyse I 4.6 % direkt reduzierende Substanzen.
nach Analyse II 4.1 % „ „ „
nach Analyse I 15.3 % nach Inversion.
nach Analyse II 14.9 % „ „ .

Die turgeszenten Blätter enthalten:
nach Analyse I 6.4 % direkt reduzierende Substanzen.
nach Analyse II 7.3 % „ „ „
nach Analyse I 14.2 % nach Inversion.
nach Analyse II 13.8 % „ „

Wie aus der Tabelle hervorgeht, hat sich meine Vermutung, daß die welken Blätter, die während der Nacht ihre Stärke vollends oder fast vollends eingebüßt hatten, mehr reduzierende Substanzen enthalten dürften, nicht bestätigt, denn laut beiden Analysen war die Menge reduzierender Substanzen gerade bei den turgeszenten Blättern beträchtlich größer, trotzdem sie nur einen Teil der Stärke umgewandelt hatten. Diese auf den ersten Blick recht auffallende Tatsache läßt sich am einfachsten mit der Annahme erklären, daß bei der Stärkeumwandlung der welken Blätter nicht bloß Glykose, sondern noch andere Stoffe (vielleicht Dextrine und verwandte

Substanzen) entstehen, die bei der Extraktion der Blätter nicht in Lösung gehen und daher bei der obigen Analyse fortfallen.

Um über die verschiedene Zeitdauer, innerhalb der die Stärke in welkenden und turgeszenten Blättern verschwindet, Aufschluß zu erhalten, wurden mehrere Versuche gemacht, von denen aus meinem Versuchsprotokoll folgendes angeführt sein soll.

Stärkereiche Blätter wurden am 19. VII. 1914 abgeschnitten, die Lamina halbiert und die zusammengehörigen Hälften nach verschieden langen Zeiten der Jodprobe unterworfen.

Nach Stunden	Stärkegehalt im Blatte	
	frisch	welk
2	viel	viel
5	viel	Stärke verschwunden, nur noch im Blattgeäder vorhanden
8	viel	„
17	mäßig	Null
23	mäßig	Null
40	wenig	Null
60	Null	Null

Aus meinen Versuchen läßt sich ableiten, daß im allgemeinen in feuchter Atmosphäre die Stärke langsamer in den Blättern umgewandelt wird als in trockener. Und nun verstehen wir die von COSTERUS[1]) und FABER[2]) festgestellte Tatsache, daß in dem feuchten tropischen Urwald die nächtliche Entleerung der Blätter von Stärke nur eine teilweise und keine vollkommene ist. Wenn wir bedenken, daß im tropischen Urwald Javas die Luft in der Nacht mit Wasserdampf gesättigt oder mindestens sehr feucht ist, so erscheint FABERs Befund begreiflich, ja er wäre nach meinen im vorhergehenden niedergelegten Beobachtungen über den Einfluß der Transpiration auf die Raschheit der Stärkeumwandlung eigentlich vorauszusehen gewesen[3]).

---

1) COSTERUS, J. C., SACHS' Jodine Experiment tried in the Tropics. Ann. d. Jard. Bot. de Buitenzorg. Vol. XII. 1895, S. 73.

2) VON FABER, F. C., Physiolog. Fragmente aus einem tropischen Urwald. PRINGSHEIMs Jahrb. f. w. Bot. 1915, Bd. 56, p. 217.

3) Diese Abhandlung war im Jahre 1914 fertiggestellt und sollte noch nach verschiedener Richtung ausgestaltet werden. Da ich aber durch anderweitige Untersuchungen daran verhindert war und auch im nächsten Jahre verhindert sein werde, so habe ich mich zu ihrer Veröffentlichung in dieser kurzen Form entschlossen.

55. S. Killermann: Neuer Fund einer Vibrissea in Deutschland.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 14. September 1921. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Wie ich schon in meiner Arbeit „Morcheln und andere Helvellaceen in Bayern“[1]) dargelegt, kommt die schön korallenköpfige *Vibrissea truncorum* A. et Schw. auf Grund eines von mir Juli 1905 gemachten Fundes auch im bayrischen Walde (Wildbach am kleinen Arbersee) vor. Seitdem bin ich dieses auf Holz im fließenden Wasser lebenden Pilzes nicht mehr habhaft geworden; sehe aber, daß er auch bei Brückenau im Juni 1915 von ADE gesammelt und in REHMs Ascom. exsicc. Nr. 2126 herausgegeben worden ist. Er ist ferner für die Vogesen, das Riesengebirge und Tirol angegeben (s. bei REHM Ascom. S. 1171).

REHM erwähnt dann weiter, aber als zweifelhaft *Vibr. pezizoides* Lib. und *flavipes* Rbh.; diese letztere ist ganz auszuschalten, da sie, wie SCHRÖTER schon vermutete, als auf Weinstöcken wachsend mit *Coniocybe nivea* – *Roesleria hypogaea* Thümen? identisch sein dürfte. *Vibr. pezizoides*, welche W. PHILLIPS in seiner zusammenfassenden *Vibrissea*-Arbeit[2]) anerkennt, scheint bei uns noch nicht nachgewiesen zu sein.

Eine zweite ungestielte Art der Gattung, *Vibr. Guernisaci* Crouan ist von ZURHAUSEN S. J. bei Feldkirch (Voralberg) an einem im Wasser liegenden Weidenkorb festgestellt und ebenfalls bei REHM Nr. 1302 ausgegeben worden.

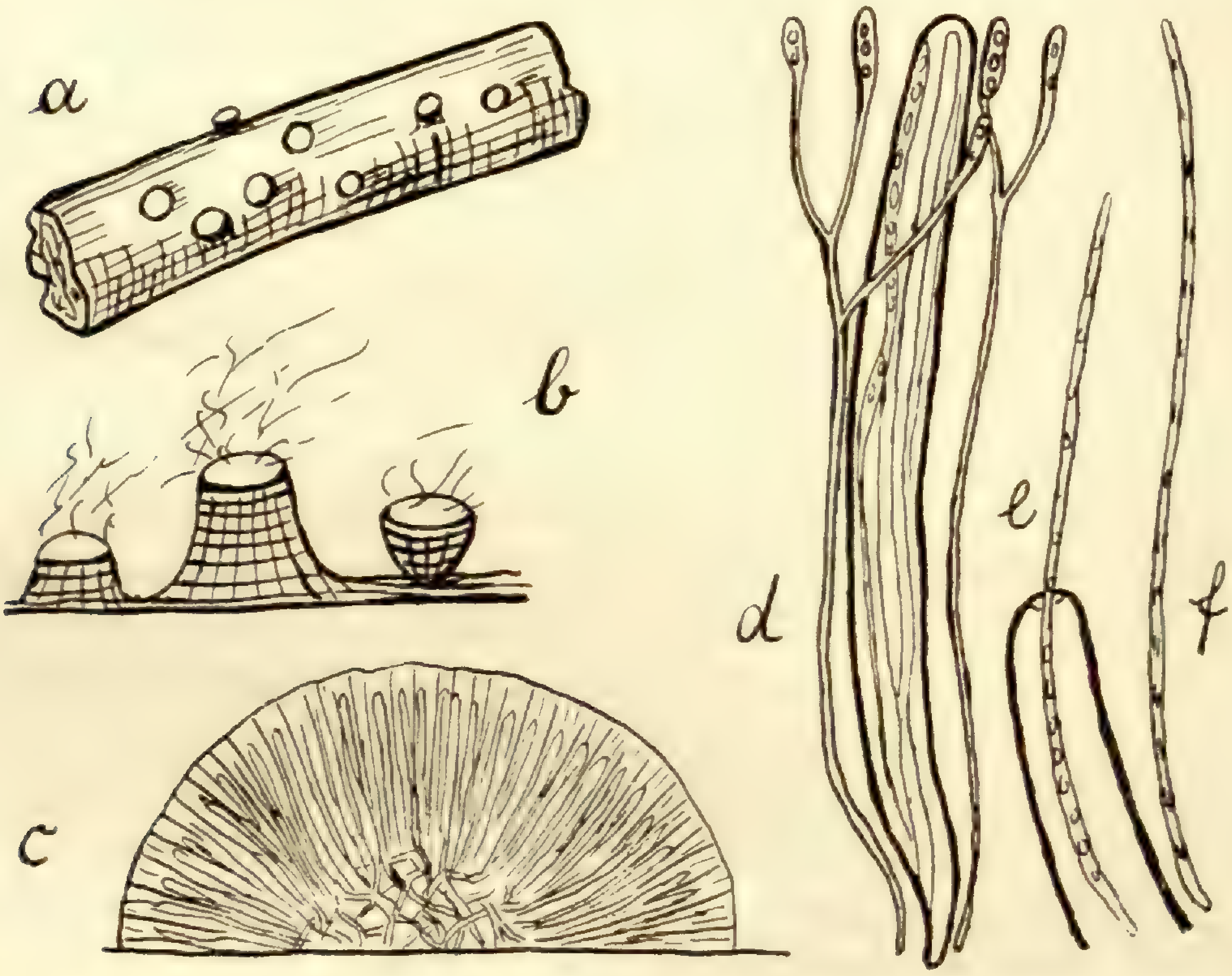
Am 8. Mai 1921 fand ich in einem kleinen aus den Vorbergen des bayrischen Waldes kommenden Bach bei Hauzenstein (nordöstlich von Regensburg) an im Wasser liegenden Eschenzweigen gelbe, wachsartige, scheibenförmige Flecke, welche sich unter der Lupe als erhabene, zylindrisch-kreiselförmige Körper mit bräunlicher Umhüllung erwiesen. Im Mikroskop zeigten sich die langgestreckten fadenartigen Sporen, die der Gattung *Vibrissea* eigentümlich sind.

---

1) Kryptogam. Forschungen, München 1918 Nr. 3, S. 151.

2) A Revision of the Genus *Vibrissea* in Transactions of the Linnean Society of London Vol II p. I London 1881) pag. 1—10 mit 2 Tafeln.

Die Schläuche sind 210/7 μ lang-dick; die Sporen 210/1 μ lang-dick; die Paraphysen gabeln sich oben und zeigen am Ende schwache Anschwellungen (bis 3—4 μ). Das Hymenium hat als Unterlage ein lockeres Gewebe (Subhymenium) und erscheint im Umfang lichter, da die Schläuche nicht bis an den Rand sich erstrecken. Es handelt sich um die bei REHM nicht aufgeführte Art *Vibr. turbinata* Phil. l. c. Taf. II Fig. 14—18, die von dem Autor selbst auch an Eschenholz in England zum erstenmal beobachtet wurde.



Skizze von *Vibrissea turbinata* Phillips. a) Holzstückchen mit den wachsgelben Pilzen; nat. Gr. 1—2 mm. b) Einzelne Pilze bei Lupenvergrößerung (etwa 3—5 mal) mit den Sporenflocken. c) Hymenium; Gr. ca. 50. d) Schläuche 210/7 μ lang und breit; Pharaphysen oben gegabelt und verdickt (1—3 μ). e) Schlauch mit ausschlüpfender Sp. f) Spore 210/1 μ lang und dick. (Gez. vom Verf.)

Interessant war, was PHILLIPS nicht erwähnt, daß der Pilz beim Herausnehmen des Holzes aus dem Wasser und beim Trockenwerden die Farbe wechselte, zuerst grau und dann weißlich wurde. Diese Erscheinung beruht wohl auf der Ausstoßung von Sporen bei dem Wasserverlust des Gewebes[1]; gegen das Licht gehalten.

---

[1] Über den Vorgang und die Ursache der Ausstoßung der Sporen bei *Vibr.* s. PHILLIPS l. c. pag. 4 u. 5.

zeigte sich eine Wolke von feinen Flöckchen (Sporen) über dem kleinen Pilzchen. Ich vermute, daß die bei GILLET abgebildete *Vibr. Guernisaci* Cr., deren Bild mit dem bei PHILLIPS nicht übereinstimmt, die bezeichnete Art im trockenen Zustand veranschaulicht. — Eine Bläuung mit JK habe ich an meinen Exemplaren nicht wahrgenommen.

Es kämen also für Deutschland von *Vibrissea* in Betracht: I Stipitatae: *V. truncorum* A. et Schw. II Sessiles: *Guernisaci* Crouan, *turbinata* Phill. Weitere Arten wären zu I: *V. margarita* Phill., wenn nicht bloße Form von *truncorum; microscopica* Berk. et Broome; zu II: *Leptospora* Berk. et Broome.

Für die Einsichtnahme in das Kryptogamenherbar des Bot. Museums Berlin-Dahlem und die Literatur möchte ich Herrn Prof. Dr. LINDAU den ergebensten Dank zum Ausdruck bringen.

56. Rudolf Lieske: Pfropfversuche IV. Untersuchungen über die Reizleitung der Mimosen.

(Eingegangen am 14. September 1921. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Versuche im vorigen Sommer hatten ergeben, daß die verschiedenartigsten Leguminosen sich leicht aufeinander pfropfen lassen, und zwar lassen sich auch scheinbar sehr heterogene Formen gut zu Pfropfsymbiosen vereinigen. *Robinia Pseudacacia* und *Cytisus Laburnum* auf *Vicia Faba* gepfropft wuchsen z. B. vorzüglich. Da in neuester Zeit, besonders durch die Untersuchungen von RICCA, Reizversuche mit Mimosen wieder in den Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses getreten sind, lag der Gedanke nahe, zu untersuchen, wie sich verschiedene Mimosen in Pfropfsymbiosen in bezug auf ihre Reizbarkeit verhalten. Die verschiedenen Formen der Mimosen sind bekanntlich sehr verschieden reizbar, und die durch den Reiz ausgelösten Bewegungen weichen bei den einzelnen Arten wesentlich voneinander ab.

Für meine Untersuchungen standen mir zur Verfügung: 1. *Mimosa pudica*, 2. *M. Spegazzinii*, 3. *Neptunia oleracea*, 4. *Mimosa argentea* und 5. *M. elliptica*. Die ersten drei Arten stammten aus dem Botanischen Garten in Heidelberg, *M. argentea* erhielt ich von HAAGE & SCHMIDT in Erfurt, *M. elliptica* findet sich in den Küstengegenden von Rio de Janeiro als ausdauernder, niederliegender Strauch. Die Versuchspflanzen wurden aus Samen gezogen, den ich im Jahre 1913 bei Rio de Janeiro gesammelt hatte. Für die Bestimmung der Art bin ich Herrn Prof. HARMS zu Danke verpflichtet.

Die Reizerscheinungen der ersten drei Formen sind allgemein bekannt und brauchen daher nicht näher beschrieben zu werden. *M. argentea* ist auch unter günstigsten Außenbedingungen fast gar nicht reizbar, bei stärksten Reizen ist nur ein geringes Zusammenneigen der jüngsten Blätter zu beobachten. *M. elliptica* ist verhältnismäßig gut reizbar, die Empfindlichkeit ist aber geringer als bei *M. pudica* und *Spegazzinii*. Die Haupt- und Nebenblattstiele der doppelt gefiederten Blätter neigen sich nach der Reizung nur um wenige Grade, während bei Schlafstellung die Nebenblattstiele den Hauptstielen vollkommen angelegt werden. Während bei

M. pudica die schlafenden Blätter noch deutliche Reizbewegungen ausführen, nimmt *M. elliptica* das Maximum der Bewegungsmöglichkeit in der Schlafstellung ein.

Die Ausführung der Pfropfungen bereitete zunächst unerwartete Schwierigkeiten, erst als im Hochsommer auch nachts die Temperatur für unsere Breiten abnorm hoch war (im Gewächshaus 35—40 Grad), wurde in einigen Fällen gutes Wachstum erzielt. Am besten ließ sich pfropfen *M. elliptica* mit *M. Spegazzinii*, ferner wurden gute Pfropfsymbiosen erzielt zwischen *M. elliptica* und *M. pudica*. In beiden Fällen konnte die eine Komponente sowohl als Unterlage als auch als Reis verwendet werden. Die Reizversuche, die sich nur bei günstigsten Außenbedingungen durchführen ließen, ergaben interessante Resultate.

Es zeigte sich in allen Fällen, daß der Reiz ohne weiteres von einer Pflanze auf die andere übergeht. Der Reiz wurde sowohl von unten nach oben als auch in umgekehrter Richtung durch die Pfropfstelle geleitet. Da die Reizerscheinungen bei *M. elliptica* und *M. pudica* bzw. *Spegazzinii* wesentlich voneinander abweichen, ist der Verlauf der Versuche sehr auffällig, zumal auch die Geschwindigkeit der Reizleitung der einzelnen Formen unter gleichen Außenbedingungen verschieden ist. Als Beispiel sei ein Versuch mit *M. elliptica* als Unterlage und *M. Spegazzinii* als Reis näher beschrieben.

Reizt man bei günstigen Außenbedingungen (etwa 38 Grad, direktem Sonnenschein und hoher Luftfeuchtigkeit) ein Fiederblättchen der Unterlage (*M. elliptica*) durch Anbrennen, so schlagen die einzelnen Fiederchen nach oben zusammen, die Neben- und Hauptblattstiele der doppelt gefiederten Blätter senken sich um ungefähr 10—20 Grad. Die Geschwindigkeit der Reizleitung in den Blattstielen und im Stengel beträgt ungefähr 2—3 cm in der Sekunde. Tritt der Reiz durch die Pfropfstelle in den Stengel von *M. Spegazzinii* über, so nimmt die Geschwindigkeit der Reizleitung wesentlich zu, es wurde z. B. wiederholt eine 2—3fache Geschwindigkeit festgestellt. Die Reaktion des Pfropfreises ist wesentlich intensiver, die Blattstiele klappen mit viel größerer Geschwindigkeit herab, der Neigungswinkel der Blattstiele ist bedeutend größer als bei der Unterlage, auch das Zusammenschlagen der Fiederblättchen geschieht viel rascher. Reizt man dasselbe Exemplar am aufgepfropften Reis (*M. Spegazzinii*), so kann man die geschilderten Erscheinungen in umgekehrter Reihenfolge beobachten.

Die Versuche ergaben jedenfalls mit Bestimmtheit, daß der von einer Mimose percipierte Reiz durch Pfropfung auf eine andere Art übertragbar ist, auch wenn die Reizerscheinungen bei beiden Formen wesentlich verschieden sind. Ich möchte nicht unerwähnt lassen, daß mir die Versuche RICCAs trotz vieler Bemühungen nicht gelangen, es konnte der Reiz nicht einmal durch aufeinandergesetzte Mimosen derselben Art geleitet werden, solange die Berührungsstelle nicht wirklich verwachsen war. Da die Versuche RICCAs in viel günstigerem Klima ausgeführt wurden, sind meine Beobachtungen natürlich kein Gegenbeweis für seine Angaben. Die Versuche müßten bei uns in einem im Sommer geheizten Gewächshaus durchgeführt werden, das mir leider nicht zur Verfügung stand.

Von besonderem Interesse wären Pfropfsymbiosen zwischen reizbaren und nicht reizbaren Mimosen bzw. anderen Leguminosen gewesen, auch andere Kombinationen, vor allem Doppelpfropfungen, deren Ausführung ohne Schwierigkeiten gelingen wird, werden mit Sicherheit interessante Aufschlüsse über die Reizvorgänge der Pflanzen ergeben. Mir ist es leider zurzeit nicht möglich, diese Versuche weiter durchzuführen, ich hoffe aber, daß vorstehende kurze Angaben zu weiteren Versuchen anregen werden.

Literatur.

RICCA, ULBADO: Soluzione d'un problema di fisiologia. La propagazione di stimulo nella Mimosa. Nuovo Giornale botanico italiano (Nuova serie, Vol. XXIII, Nr. 1, 1916).

Sitzung vom 30. Dezember 1921.

Vorsitzender: Herr L. DIELS.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Schelle, Ernst, Garteninspektor am Botanischen Garten der Universität in **Tübingen** (durch W. RUHLAND und H. SIERP),

Lindinger, Dr. **L.**, Wiss. Mitglied des Instituts für angewandte Botanik in **Hamburg 14** (durch A. ENGLER und B. LEISERING),

Walter, Dr. **Heinrich,** Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Marburg** (durch L. JOST und M. NORDHAUSEN),

Boshart, Dr. **Karl,** Assessor an der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in **München** (durch W. WÄCHTER und L. DIELS),

Kohfeldt, Professor, **Rostock** (durch O. APPEL und L. DIELS),

Höppener, Edgar, Direktor a. D. in **Jena** (durch W. DETMER und O. RENNER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Markgraf, Dr. **F.** in **Berlin-Dahlem,**
Shimbo, Professor Dr. **J.** in **Niigata** (Japan),
Blakeslee, Dr. **Albert F.** in **Long Island, N. Y.,**
Dahlgren, Dr. **O. K. V.** in **Upsala,**
Huber, Dr. **Bruno** in **Wien,**
Weber, Dr. **Ulrich** in **Jena,**
Schaede, Dr. **Reinhold** in **Breslau,**
Wittum, Albert in **Pforzheim,**
Schwartz, Max in **Lübeck,**
Pabisch, Professor **H.** in **Wien,**
Zattler, Fritz in **Landshut a. d. Isar.**

Der Vorsitzende verliest ein Dankschreiben, das unser Ehrenmitglied, Herr Prof. Dr. E. WARMING, in Erwiderung der Beglückwünschung zu seinem 80. Geburtstag an die Gesellschaft gerichtet hat.

Herr H. MIEHE teilt das Ergebnis der Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und der Ausschußmitglieder für das Jahr 1922 mit. Es waren 238 gültige Stimmzettel eingesandt worden. Beim Auszählen der Zettel wurde Herr MIEHE durch Herrn BURRET unterstützt.

Ergebnis: Präsident: R. WETTSTEIN-Wien,
Stellvertreter des Präsidenten: E. TSCHERMAK-Wien.

Ausschußmitglieder:

M. KOERNICKE-Bonn,
O. RICHTER-Brünn,
G. TISCHLER-Hohenheim,
A. SCHULZ-Halle,
W. DETMER-Jena,
H. SCHENCK-Darmstadt,
E. TSCHERMAK-Wien,
A. KOCH-Göttingen,
A. NAUMANN-Dresden,
F. OLTMANNS-Freiburg i. Br.,
A. ERNST-Zürich,
H. SCHELLENBERG-Zürich,
A. WAGNER-Innsbruck,
C. WEBER-Bremen,
H. ROSS-München.

Mitteilungen.

57. Hans Pfeiffer: Der heutige Stand unserer Kenntnisse von den Kegelzellen der Cyperaceen.

(Eingegangen am 5. September 1921. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

A. Historisches.

In einer Arbeit über Spodogramme, die MOLISCH kürzlich der Wiener Akademie vorgelegt hat, faßt er die Kegelzellen ohne irgendeine Einschränkung als Familienmerkmal der Cyperaceen auf. Da diese Behauptung des Beweises entbehrt, ist sie verwunderlich, indem noch vor 16 Jahren KAPHAHN (S. 267), der sich vor mir zuletzt mit ihnen beschäftigte, zu entgegengesetztem Ergebnis gelangte und meine eigenen Veröffentlichungen sich nur auf einzelne Gattungen beschränken und somit für diese allgemeine Frage nicht beweiskräftig sind. Seit der Entdeckung durch DUVAL-JOUVE (a, 227 und b, 354) haben unsere Kenntnisse von den Kegelzellen ein wechselvolles Geschick gehabt. Vielfach wurden sie nicht mehr beachtet, so bei GUILLAUD, FALKENBERG, ROTHERT und KLEIN, sowie in den sonst so meisterhaften anatomischen Studien PALLAs zur Gliederung von *Scirpus* (a, 293 ff.) und über *Eriophorum* (b), ebensowenig bei KOHL, der ausführlich eine ganze Reihe von Kieselbildungen der Pflanzen bespricht (S. 203 ff.), selbst in neuerer Zeit nicht von SPINNER und PLOWMAN, sowie in der von PAX bearbeiteten morphologischen und anatomischen Einleitung zu KÜKENTHALS Monographie der Cyperaceae-Caricoideae (Engl. Pflanzenreich IV. 20)[1]). DE BARY (S. 34) berichtet kurz über die Resultate des Entdeckers. Mit der physiologischen Funktion beschäftigte sich zuerst WESTERMAIER (a, 840 und b, 65), ohne daß seine Ansichten von späteren Autoren (WILCZEK S. 137, RIKLI S. 13, PFEIFFER d, 222) übernommen worden wären. Wenig Fortschritte brachten unserer Frage die Arbeiten von BORDET (S. 57), MAZEL (S. 22) und LEMCKE (S. 26), die sich auf die Gattung *Carex* beschränken. HOLM waren zwar die Kegelzellen bekannt, aber seine Angabe, sie seien „commonly in the Cyperaceae“, steht trotz seiner zahlreichen Studien (a 123, c 300, d 7, e 173 ff., f 443 ff., g 107, h 360 ff., i 43 und k 428 ff.) unbewiesen da. GROB (S. 68) vermutet gleichfalls in den Kegelzellen ein Familienmerkmal. Aber KAPHAHN (S. 267) verneint diese Frage ausdrücklich, wiewohl er nur 3 Ausnahmen (vielleicht noch irrtümlich?) anzugeben in der Lage ist. Ich selber habe mich seit einigen Jahren mit ihr beschäftigt und schon 1919 eine monographische Behandlung des Gegenstandes angekündigt. Wenn heute diese Art der Darstellung auch noch nicht gut möglich ist, so zwingt die Menge der Einzelbeobachtungen doch zu einer Zusammenfassung, die mancherlei Schlüsse zulässig erscheinen läßt und in zuverlässigster Weise zu den Behauptungen von KAPHAHN und MOLISCH Stellung nimmt. Zwar habe ich bezüglich der Verbreitung des Merkmals die vorliegenden Untersuchungen der genannten Autoren mit Erfolg benutzen können, aber aus Vorsicht ihre Ergebnisse bei meinen Aufstellungen nicht mit einbezogen. Die Untersuchungsmethode war die gleiche, die ich schon mehrfach beschrieben: Anwendung leicht siedenden Monoxybenzols (Phenols). Historische und praktische Hinweise darüber siehe bei FROHNMEYER (S. 6 u. a.). Vor der Übertragung in Balsam wird nach dem Vorgange KÜSTERs kurze Zeit in Nelkenöl überführt. Weder zum Aufhellen der Gewebe und zum Hervorheben der Kegel, noch zum Einschließen der Präparate (FROHNMEYER, l. c.) eignet sich so gut α-Monobromnaphthalin, obgleich es einen größeren Brechungsexponenten aufweist (1,661 gegen 1,550 nach BEHRENS, p. 50 u. 48). Die Phenol- und Naphtholreaktionen LOELEs, die dieser seit 1910 auszubauen bestrebt ist, verfolgen andere Ziele, nämlich die des Nachweises von Phenolen als Indikatoren, erscheinen auch für unsere Studien zu umständlich. Meine Versuche mit Naphthylphenylacetondibromat (n_D 1,700), wie mit Antimonbromid versetzten Methylenjodids (1,834) sind noch nicht abgeschlossen, aber bisher wenig aussichtsvoll verlaufen. Die alte Methode der Glühskelette ist nur anfangs erprobt worden. Wenn sich die Untersuchungen auch vielfach auf die Blätter beschränkten, so sind doch bei allem leichter zugänglichen Material auch andere oder alle Teile der Pflanzen geschnitten. Das Verfahren zum Differenzieren (Phenol-Eugenol) NAUMANNs wurde erst in jüngster Zeit und vereinzelt angewendet.

---

[1]) Nicht einsehen konnte ich bislang die Arbeiten von THEORIN, TERRACCIANO und aus späterer Zeit von MARGGRAF, die aber zufolge Referaten bei JUST und im Bot. Centralbl. keine Angaben von Kegelzellen bringen.

Zuerst gebe ich hier ein

B. Verzeichnis aller mir bekanntgewordenen Abbildungen

von Kegelzellen. Nicht angeführt sind solche Bilder, in denen sie irrtümlicherweise fehlen, wie bei HABERLAND b, 265 (f. 115) oder SPINNER t. V. 1—2. Man vgl.: DUVAL-JOUVE b t. XXI. 9 u. 11; WESTERMAIER b t. VI. 3 (dies. Fig. wie a t. XIII. 6), 4; VII. 3—4; MAZEL f. 58 b, 84, 99, 100, 107, 165 u. 176; WILCZEK t. II. 11—13, III. 15 u. IV. 26—27 (unbrauchbar t. II. 14); RIKLI t. XIX. 9; HOLM a t. IV. 3, b 437 (f. 2 u. 5—7), e 174, 181 (f. 8—9), f 444, g 107 (f. 3); KAPHAHN t. X. 3—4, 9, 12, 18—19, 21—25, 28—29b; PFEIFFER a t. V. und d t. IX., sowie bei MOLISCH und MOEWES.

Alsdann gebe ich ein

C. Verzeichnis der Gattungen mit Angabe der Zahl der Arten,

von denen mir Kegelzellen bekannt wurden:

Ia. Scirpoideae-Hypolytreae:

1. Lipocarphinae Pax:

Lipocarpha R. Br. 4 von 14,

Hemicarpha Nees et Arn. 2 v. 3.

2. Hypolytrinae Pax:

Ascolepis Nees (*Platylepis* Kth. non Lindl.) 4. v. 9,

Hypolytrum (Rich.) (hierher wohl *Elynanthus* Beauv. non Nees): 14 v. ca. 40, bei manchen allerdings im tieferen Blattgewebe (s. u.).

Ib. Scirpoideae-Scirpinae:

1. Cyperinae Reichb.:

Carpha Banks. et Soland. ex R. Br. (inkl. *Asterochaete* Benth. and Hook., vielleicht mit der folgenden Gattung zu Schoeninae): 12 v. ca. 15,

Oreograstis K. Schum.: 1!

Dulichium Pers. 1 v. 2,

Cyperus L. (inkl. *Pycreus* Beauv., *Juncellus* C. B. Clarke, *Mariscus* Gaertn. emend., und *Torulinium* Desv.) 66 von annähernd 600,

Courtoisia Nees 1 v. 8,

Kyllinga Rottb. 11 v. ca. 45[1]),

Androtrichum Brongn. (*Comostemum* Nees): 1!

2. Scirpinae Spreng.:

Ficinia Schrad. (inkl. *Hemichlaena* Schrad., *Acrolepis* Schrad. u. *Melancranis* Vahl) sämtliche Arten und Unterarten; s. besonders PFEIFFER (f, 5 ff),

Eriophorum L. (inkl. *Trichophorum* Pers. et *Plumaria* Bub.) 12 v. 13,

Fuirena Rottb. 13 v. ca. 26[2]),

Scirpus L. (einschließl. der von PALLA abgetrennten Kleingattungen) 32 v. ca. 140,

Heleocharis R. Br. (inkl. *Chlorocharis* Rikli) 78 v. ca. 120,

Fimbristylis Vahl (inkl. *Stenophyllus* Raf., resp. *Bulbostylis* Kth.) 55 v. ca. 220,

Psilocarya Torr. 2 v. 3.

II. Rhynchosporoideae Asch. u. Gr.

1. Schoeninae (Dum.) Pfeiff. [b, 213]:

Cyclocampe Steud. 2 v. 8[3]),

---

1) RIKLIs Angabe (p. 18) ist ein Irrtum.

2) Hierher auch die monotypische Gattung *Pentasticha* Turcz., indem *F. madagascariensis* = *F. stricta* Steud.

3) Die Arten in der Umgrenzung STEUDELs werden durch STAPF (seit 1914) teilweise zu *Lophoschoenus* gezogen.

Ecklonea Steud. (*Trianoptiles* Fenzl): 1!
Schoenus L. 28 v. ca. 70[1]),
Lophoschoenus Stapf 2 v. 4[2]),
Epischoenus C. B. Clarke (Boeck. sub Schoenus): 1!
Gymnoschoenus Nees (inkl. *Mesomelaena* Nees) 2 v. 6;

2 Rhynchosporinae (Nees) Pfeiff. l. c.:
Lepidosperma Lab. 13 v. ca. 50, nicht vorhanden bei 2 Arten (s. u.),
Tricostularia Nees 2 v. 7,
Leptolepis Boeck.: 1![3]),
Boeckeleria Th. Dur. (*Decalepis* Boeck.): 1!
Microschoenus C. B. Clarke: 1!
Remirea Aubl.: 1!
Arthrostylis R. Rr. (non Boeck.) 1 v. 1 od. 2,
Actinoschoenus Benth. 1 v. 2,
Rhynchospora Vahl (inkl. *Dichromena* Michx., sowie *Pleurostachys*, über deren Untergattungen und Arten ich demnächst in FEDDES Repert. berichten werde) 71 v. ca. 200.

3. Cladiinae (Nees) Pfeiff. l. c. 215:
Tetraria Beauv. (inkl. *Aulacorhynchus* Nees, *Macrochaetium* Steud., *Ideleria* Kth., *Sclerochaetium* Nees et *Elynanthus* Nees vix Beauv.) 10 v. ca. 35,
Tetrariopsis C. B. Clarke: 1!
Phylloscirpus C. B. Clarke: 1!
Cyathochaeta Nees (*Tetralepis* Steud.) 2 v. 3,
Cladium Schrad. 8 v. ca. 45. — S. PFEIFFER (d)!
Caustis R. Br. bei sämtlichen Arten, worüber ich demnächst berichte.

Weitere Gattungen der Rhynchosporoideae:

Oreobolus R. Br.: 2 v. 3 [bei der dritten *O. Pumilio* R. Br. sollen sie nach KAPHAHN 238 fehlen],
Evandra R. Br. 1 v. 2.

IIIa. Caricoideae-Bisboeckelerieae:

1. Chrysithrichinae Pax: allen Gattungen der Sektion fehlend (s. u.).

2. Bisboeckelerinae Pax (Hoppiinae Pax):
Calyptrocarya Nees: bei allen 8 Arten,
Becquerelia Brongn. in Duperr. (wahrscheinlich zu Sclerieae): bei allen 3 Arten),
Diplacrum R. Br. (*Pteroscleria* Nees) 2 v. 6,
Bisboeckelera O. Ktze. (*Hoppia* Nees) 2 v. 4,
Lagenocarpus Nees emend. Pfeiff. (e, ..), inkl. *Cryptangium* Schrad.): bei allen von mir untersuchten Arten, über die ich z. Tl. in einiger Zeit in Beih. z. Bot. Centralbl. eine Abhandlung publiziere, ferner auch bei den mir liebenswürdigerweise durch Dr. STAPF aus Kew zugängig gemachten Arten.

IIIb. Caricoideae-Sclerieae:

Eriospora Hochst. ex A. Rich. (*Catagyna* Beauv.) 2 v. 7 Arten,
Fintelmannia Kth.: bei allen Arten, soweit ich sie bisher übersehe (3),
Cephalocarpus Nees: 1!
Schoenodendron Engl.: 1!
Scleria Berg. (inkl. *Acriulus* Ridl., *Hypoporum* Nees, *Schizolepis* Schrad emend. Palla) 25 v. ca. 180,
Didymia Phil.: 1!

IIIc. Caricoideae-Cariceae:

Schoenoxiphium Nees 4 v. 6,
Cobresia Willd. 7 v. ca. 30 Arten aller Sektionen mit Ausnahme der vierten monotypischen (*Pseudocobresia*),
Uncinia Pers. 10 v. 24.

---

1) Bezüglich *Sch. apogon* Roem. et Sch. siehe den letzten Abschnitt *Asterochaete* beziehe ich mit C. B. CLARKE jetzt bei *Carpha* ein.

2) Über *L. Hornei* Stapf (*Cyclocampe elongata* Benth.) siehe das letzte Kapitel.

3) *Leptolepis sec.* C. B. Clarke mscr. in herb. Berol. ad *Scirpus Caric* Retz pertinet.

Carex L. 198 v. über 800 Arten (darunter sind die in meiner Arbeit in FEDDES Repert. XVII, 1920 21, S. 28 ff aufgezählten).

* * *

Von Arten aus Gattungen mir unbekannter Stellung kommen Kegelzellen vor bei: *Ulea Euphorbiae* (Ule 6128!) und *Neosenaea ciponensis* (Schwacke 11 764!).

Nicht untersucht wurden bisher:
Cylindrolepis Boeck. (1),
Lophocarpus Boeck. (1),
Costularia C. B. Clarke (ca. 6, früher unter *Tricostularia*),
Reedia F. v. Muell. (1),
Neolophocarpus Camus (1),
? *Gahnia* Forst. (ca. 30),
Capitularia Valck.-Sur. (1),
Mapaniopsis C. B. Clarke (1),
Everardia Ridl. (1),
Exochogyne C. B. Clarke (1),
? *Durandia* Boeck. (1).

D. Morphologie und Chemie der Kegelzellen und Kegel.

Von den angegebenen Ausnahmen abgesehen, über die weiter unten noch gehandelt wird, kommen die Kegelzellen allen untersuchten Arten zu. Die großen Verschiedenheiten in ihrer Ausbildung haben aber nur für die Systematik der Arten, nicht für die der Gattungen oder noch weniger von Sektionen Bedeutung. Wenn wir von Kegelrosetten absehen, ist auch dabei vor allem auf die Zahl der nebeneinander liegenden Reihen von Kegelzellen, wie auf die der in einer Zelle auftretenden Kegel, weniger auf die morphologischen Unterschiede der Kegel selbst zu achten. Die Kegelzellen unterscheiden sich von den übrigen Epidermiszellen nur durch die eigenartige Verdickungsweise ihrer Membranen. Die Außenmembran ist meist auffallend dünn, die Basalmembran ausnehmend verdickt. Diese trägt auf einem Wulst einen aufrechten Zapfen, der in den Grenzfällen fast linsenförmig oder keilförmig zugespitzt ist *(Androtrichum)*, in der Regel sich aber deutlicher Kegelgestalt nähert, häufig auch innerhalb der Rhynchosporeae ein wahres Kieselgebirge mit zahlreichen rundlichen oder spitzzackigen Erhebungen bildet und dann in der Aufsicht die sogen. Kieselrosetten (umsäumte Kegel) abbildet. In vereinzelten Fällen (*Cladium* u. a.) fand ich vereinzelt Kegel, die von den Radial- oder seltener von den dann verdickten Außenmembranen nach innen oder außen ausstrahlten. Entgegen RIKLI (p. 13) und früheren Forschern und im Einklang mit KAPHAHN und PFEIFFER (d, 221) sind die Kegelzellen nicht immer auf die Epidermisschichten und die Streifen über Stereom beschränkt, sondern finden sich auch über Streifen von Parenchym, sowie im Innern des Blattes. Hier liegen sie, sofern eine mehrschichtige Epidermis vorhanden ist (gewisse *Hypolytrum*-Arten), über den Stereomrücken oder als besondere Scheide um die Gefäßbündel (*Cladium, Tetraria, Tetrariopsis* u. a.).

Zum Aufschluß über die physikalisch-chemische Natur der Kegelzellen habe ich die zuerst hauptsächlich von WILCZEK (S. 137 ff.) angeregten Versuche wiederholt und teilweise ausgebaut. Durch absoluten Alkohol treten die Konturen des Kegels gegen dessen Basis zurück. Nach kurzem Aufkochen in Kaliumhydrat (HANSTEIN) findet man die Basalmembran ± verquollen, ebenso durch Zusatz einer wässerigen Lösung von Chloralhydrat. Bei zu starker Verdünnung unterbleibt diese Wirkung. Zwar legt man seit den Untersuchungen WALLICZECKs wenig auf die Farbenreaktionen auf Vorkommen von Pflanzenschleimen. Der Vollständigkeit halber seien sie kurz mitgeteilt. Die Rotfärbung durch Corallin blieb in kochendem Alkohol aus. Negativ verlief auch der Versuch, hellblaue Färbung durch MEYERs Reagens (Schnitte 30 Min. in 25 % Kupfersulfatlösung, dann Auswaschen in dest. Wasser und Behandlung mit 50 % Kalilauge) hervorzurufen. Die Einwirkung von Jod und Schwefelsäure ergab nur eine hübsche Blaufärbung der quellbaren Teile der basalen Innenmembranen, wohingegen die Radial- und Außenwände gelb wurden. Es liegt somit weder das Vorkommen von Stärke, noch das von Celluloseschleimen in den Kegelzellen vor. Durch Proben mit Eosin nach HANSEN (9 cm^3 1% Eosin, 1 Tropfen 2% Essigsäure) und mit Erythrocin nach RENAULT (Lösung mit $^1/_3$ Alkohol) konnte ich in den Kegelzellen krümelige Rückstände von totem Protoplasma feststellen. Daß die Kegel selber verkieselt sind, beweisen die Methoden des Präparierens. Mindestens liegt in ihnen eine Cellulosemodifikation vor, deren einer Bestandteil SiO_2 ist oder wenigstens die physikalisch-chemischen Eigenschaften, insonderheit Brechungsweise, mit dieser gemeinsam hat. Indirekt ließe sich der Beweis auch derart führen, als Proben auf Calciumverbindungen (H_2SO_4, $H_2C_2O_4$, Na_2CO_3, $K_4Fe[CN]_6$, $[NH_4]_2CO_3$ und $C_4H_4O_6NaK$) negative Resultate ergeben müßten, indem nach EULER (p. 211) ein höherer Gehalt von Ca und Si in der Pflanzenzelle einander ausschließen sollen. Solche Proben hatten das erwartete Ergebnis, obgleich die übrigen Gewebe oft auffällig reich an Ca-Verbindungen waren. Beachtenswert bleibt aber die Beobachtung ZIMMERMANNs (S. 311 ff.) von dem Auftreten von Calciumphosphatausscheidungen in lebenden Epidermiszellen (und im Grundgewebe) älterer Stengelteile einer nicht näher bestimmten *Cyperus*-Art. Das Vorkommen bezieht sich aber wohl nicht auf die abgestorbenen Kegelzellen, so daß seine Beobachtung meinen Ergebnissen nicht zu widersprechen braucht. Die einzelnen Kieselrosetten (s. o.) hängen vielfach durch dünne verkieselte Platten untereinander zusammen. In andern Fällen (*Cyathochaete*) stellen sie aber abgeschiedene Verkieselungsmittelpunkte dar. Von den oft gleichfalls verkieselten Basalmembranen gehen endlich nicht selten zapfenförmige Einstülpungen aus, die sich zwischen die Zellen der darunter liegenden Stereomrücken schieben.

E. Die kegelzellosen Vertreter der Familie.

Von besonderem Interesse sind die Fälle, in denen trotz verbesserter Methodik der Untersuchung Kegelzellen nicht nachgewiesen werden konnten. Nach KAPHAHN (p. 267) sollen *Oreobolus Pumilio*, *Schoenus apogon* und *Cyclocampe elongata* (heute *Lophoschoenus Hornei* Stapf) die Kegelzellen entbehren. Von diesen konnte ich bisher nur *Schoenus apogon* untersuchen und die Kegelzellen in allen Fällen ohne Zweifel feststellen. Von den anderen Gattungen studierte ich alle andern Arten mit dem gleichen Erfolge, so daß mir KAPHAHNs Ergebnisse in dieser Hinsicht zweifelhaft erscheinen. Danach dürften wir seinen Schluß umkehren und in den Kegelzellen doch ein Familienmerkmal erblicken. Dagegen habe ich Ausnahmen von viel weittragenderer Bedeutung beizubringen. Bezüglich der Gattung *Gahnia* steht mir noch kein Urteil zu. Unter den bisher nicht erprobten, meist monotypischen Gattungen bekannter Verwandschaft dürften mit Ausnahme von *Capitularia* kaum Arten ohne Kegelzellen zu finden sein. Abgesehen wird auch davon, daß innerhalb der Gattung *Hypolytrum*, die noch weiterer Untersuchungen bedarf, sie häufig nicht in der äußersten Schicht auftreten, so daß sie bei dünnen Flächenschnitten in der Aufsicht zu fehlen scheinen, während andere Arten der Gattung das typische Verhalten zeigen. Bedeutungsvoll erscheint dann ihr Fehlen in der ganzen Sektion Chrysithrichinae. Höchstens bei *Diplasia* finden sich am Rande des Blattes gewisse Anklänge an die Erscheinung. Ich untersuchte[1]):

Scirpodendron Ghaeri Merr. (*S. costatum* Kunz, *Chionanthus Ghaeri* Gaertn.): Diverse Spannbogen aus dem Herbar des Berliner Botan. Museums.
Diplasia Karataefolia L. C. Rich. in Pers.: SCHOMBURGK! DUCKE 3723!
Chrysithrix capensis L.: ZEYHER 4424b! BURCHELL 600!
Chr. junciformis Nees: BURCHELL 7103!
Chr. distigmatosa C. B. Clarke: DIELS 3307!

---

[1]) Ich rechne unter Benutzung der neuesten Diagnosen zu: *Scirpodendron* 1, *Diplasia* 3, *Chrysithrix* 4, *Lepironia* 2, *Chorizandra* 4, *Mapania* ca. 45, *Thoracostachys* 7 und *Exocarya* 2 Arten.

Lepironia articulata Dom. (*L. mucronata* L. C. Rich. in Pers., *Resti articulata* Retz): BARON 1498! BROWN! MC. GILLIVRAY!

L. compressa Boeck.: LÜTTGENS!

Chorizandra sphaerocephala R. Br.: KNEUCK., IV. Lief., n. 101! SIEBER 622! BROWN 5989!

Ch. enodis Nees: M. KOCH 1355!

Ch. cymbaria R. Br.: MILNE 160! SIEBER 28!

Mapania amplivaginata K. Sch.: PREUSS 484!

M. montana Laut. et K. Sch.: LAUTERBACH 3680!

M. Schomburgkii C. B. Clarke: SCHOMBURGK 501!

M. silvatica Aubl.: POITEAU!

M. dolichostachya K. Sch.: ZENKER 2104!

M. spec. nov.? (DUSÉN 2108!)

Thoracostachys pandanophylla (*Thoracostachyum pandanophyllum* Dom. *Th. hypolytroides* C. B. Clarke, *Hypolytrum pandanophyllum* F. v. Muell.): RIDLEY 4093!

Exocarya ustulata Pfeiff. (*E. montivaga* Dom., *E. scleroides* F. M. Bail. quoad plantam borealiqueenslandicam non Benth., *Scleria ustulata* F. M. Bail.): DOMIN!

E. scleroides Benth.: WILCOX!

So viel haben schon die bisherigen Untersuchungen ergeben, daß mit größter Wahrscheinlichkeit auch bei den noch nicht untersuchten Arten, unter denen auch die bis in jüngste Zeit von DOMIN, STAPF, KÜKENTHAL, K. SCHUM., DIELS und MERR. aufgestellten mitgezählt wurden, Kegelzellen nicht zu erwarten sind Die eigenartige morphologische Ausbildung der Ährchen (GÖBEL, PAX, C. B. CLARKE) resp. Blüten (BENTH. and HOOKER) läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß die älteren Anschauungen in geringer Modifikation wieder aufgenommen werden müssen[1]). Dann aber reihen sich die hierher gestellten Vertreter nicht mehr ungezwungen in die Cyperaceen ein, lassen vielmehr die Möglichkeit offen, daß uns in ihnen die Überreste einer alten Pflanzenfamilie erhalten sei (Mapaniaceae) mit der Verbreitung in den Tropen, hauptsächlich von Süd- und Tropisch-Australien, malayischem Archipel und Madagascar, dann auch von Süd-Afrika und dem Landstrich von Brasilien bis West-Indien. Nach meinem jetzigen Dafürhalten scheint es mir nicht wie früher (c, 8) gegeben, die

---

[1]) Leider ist uns der wegen vieler tüchtiger morphologischer Arbeiten bekannte Forscher K. SCHUMANN infolge zu frühen Todes die Behandlung seiner Anschauungen zu der Frage, die er im Notizbl. Bot. Gart. Berlin III 1901, S. 104 ff. ankündigte, schuldig geblieben. Von ihm hätten wir wertvolle Aufschlüsse erwarten dürfen.

Gattungen den Restionaceen einzureihen. Über die morphologische und anatomische Charakterisierung, wie über die Abgrenzung gegen Cyperaceen, Restionaceen und andere Monocotylen kann erst berichtet werden, sobald mir noch mehr Material vorgelegen hat. Von besonderem Interesse ist dabei die Untersuchung von *Capitularia* aus der Verwandtschaft von *Scirpodendron*. Schließlich bleibt wichtig, daß auch *Lepidosperma gladiatum* Lab. (DIELS 1498! aus West-Australien, M. KOCH 807!) und *elatius* Lab. (R. C. GUNN! aus Tasmania) die Kegelzellen fehlen. Leider habe ich bis jetzt keine Gelegenheit bekommen, die Pflanzen auch morphologisch eingehend zu untersuchen. Meine Versuche, aus den Samen Keimlinge zu bekommen, sind bisher fehlgeschlagen. Ob beide Arten etwa gar nicht der Gattung angehören? Interessant bleibt die Frage, ob die nach der Beschreibung habituell zum Verwechseln ähnliche *L. squamatum* Lab. gleichfalls des Merkmals entbehrt. Einen gleichen Habitus dürfte auch *L. resinosum* F. v. Muell. ex Benth., Fl. Austr. VII 392 aufweisen.

Solange die von mir unter Mapaniaceae zusammengestellten Gattungen und die genannten *Lepidosperma*-Arten weiter den Cyperaceae eingeschlossen werden, sind die Kegelzellen nur eben in dieser Einschränkung ein Merkmal der Familie.

F. Über die funktionelle Bedeutung der Kegel

sind verschiedene Ansichten geäußert worden. WESTERMAIER (b, 65) möchte in ihnen ein Mittel sehen, das Kollabieren der Epidermiszellen über den subepidermalen Rippen zu verhindern. WILCZEK und RIKLI (S. 15) betrachten die Kegelzellen als Organe für Wasserspeicherung, die in diesem besonderen Falle in der Membran und nicht im Lumen der Zelle erfolge, wobei sie auf die Quellbarkeit der Basalmembran und des Zäpfchens verweisen. Nach meinen Beobachtungen quellen aber nicht die Kegel selber. Vielmehr beruht ihre scheinbare Schrumpfung bei Eintrocknen des Präparats nur auf optischen Veränderungen in demselben. Außerdem kann auch den Kegelzellen im Mesophyll wie in der Fruchtschale kaum diese Aufgabe zufallen. Wenigstens vermögen wir diesen nicht die automatische Regelung des Wasser-Stoffwechsels zuzuschreiben, wie sie RIKLI schildert. PFEIFFER vermutete (d, 222) wie ganz früher HABERLANDT in den den Stereombündeln aufgelagerten Kegeln nur eine Verstärkung der Festigungselemente und verwies dabei auf die von SCHILLING (S. 516) beschriebenen zahnrädchenartigen Leisten in der Gefäßbündelscheide von *Heleocharis plantaginea*. Wenn auch wohl ursprünglich nur als Ausscheidungsprodukte des Stoffhaushalts entstanden, ist den Kieselkegeln sicher früher eine bestimmte Funktion zugekommen, die aber aller Wahrscheinlichkeit nach heute kaum noch wird erkannt werden können. Dabei möchte ich diese Gebilde von immerhin beschränkter Verbreitung (ebenso wie andererseits die Kieselkurzzellen der Gramineen, die Deckzellen gewisser anderer Monocotylen usw.) auf einen gemeinsamen Ursprung zurückführen. Ihre geringe Variabilität in morphologischer Hinsicht, und ihr stets gleiches Verhalten bei optischen und chemischen Untersuchungen können meine Auffassung erhärten. So scheint mir das Vorkommen der Kegelzellen heute kaum noch für die Pflanzen funktionelle, sicher aber für die Forschung eine ganz eminente systematische Bedeutung zu haben. Daraus folgere ich für meine im vorigen Abschnitt dargelegten Schlüsse eine weitere Stütze.

Zum Schluß erfülle ich die angenehme Pflicht, allen Herren, die mich in bereitwilligster Weise mit Material versehen haben, herzlichen Dank zu sagen, insbesondere den Direktionen der Botanischen Museen pp. zu Berlin-Dahlem, Bremen, Kopenhagen, Leiden, München-Nymphenburg und Stockholm. Zu Dank verpflichtet bin ich aus dem gleichen Grunde den Herren Geh. Räten Prof. LINDMANN und WARMING, den Herren Prof. DDr. DIELS, ROSS und SULTHLAGE, sowie den Herren DDr. DUSÉN, FAHRENHOLTZ, GOETHART, JONGMANNS und STAPF. Ebenso gedenke ich mit herzlichem Danke aller der zahllosen Herren, die mich teils durch Überlassung von Separatabzügen ihrer Abhandlungen, auch von nicht zitierten, erfreuten, teils auf einschlägige Literatur verwiesen haben oder sonst mir ihre reichen Erfahrungen zur Verfügung stellten, besonders Herrn Prof. Dr. BITTER hierselbst.

Bremen, 2. September 1921.

Zitierte Literatur.

DE BARY, Vgl. Anat. d. Veg.-Org. etc., Leipz. 1877.

BEHRENS, Tabellen z. Gebr. b. mikr. Arb., 4. Aufl., Leipz. 1908.

BORDET, Recherch. anat. sur le genre Carex, Rév. gén. de Bot. 1891, p. 57 ff.

CRÜGER, Westind. Fragm., Bot. Ztg. XV, 1857, S. 299.

DUVAL-JOUVE (a), S. une forme de cellules épiderm. qui paraissent propr. ex Cypér., Bull. Soc., bot. de France t. XX, 1873, 1—95. — Dieselbe Arbeit mit einem Nachsatze in: Mém. de la sect. des scienc. de l'Acad. d. Scienc. et lett. de Montpellier t. VIII pars 3, 1873, 227 ff.

— (b), Ét. histot. des Cyperus de France, ebenda p. 347—408, tab. 19—22.

ENGLER u. KRAUSE, Üb. d. anat. Bau . . . *Schoenodendron Bücheri*, Berl. 1911 (Sond.-Abdr. aus Abh. K. Preuß. Akad. Wiss. 1911).

EULER, Grundlag. u. Ergebnisse d. Pflanzenchemie, deutsche Ausg., I, Braunschweig 1908.

FALKENBERG, Vgl. Anat. d. Veg.-Org. d. Monocot., Stuttg. 1876.

FROHNMEYER, Entst. u. Ausb. d. Kieselz. b. d. Gramin. (Bibl. Botan. Heft 86), Stuttg. 1914.

GROB, Beitr. z. Anat. d. Gram.-Blätt. (Bibl. Botan. Heft 36), Stuttg. 1896.

GUILLAUD, Recherch. sur l'anat. comparée etc., Paris 1878.

HABERLANDT (a), Physiolog. Pflanzenanat., Leipz. 1884.

— (b), ebenso: 5. Aufl., Leipz. 1918.

HAUSHOFER, Mikroskop. Reakt., Braunschw. 1885, S. 121.

HOLM (a) in: Amer. Journ. of science III, 1897, p. 121 ff.

— (b) ebenda p. 429 ff.

— (c) ebenda IV, 1897, p. 298 ff.

— (d) ebenda VII, 1899, p. 5 ff.

— (e) ebenda p. 171 ff.

— (f) ebenda p. 485 ff.

— (g) ebenda VIII, 1899, p. 105 ff.

— (h) ebenda IX, 1900, p. 355 ff.

— (i) ebenda X, 1900, p. 33 ff.

— (k) ebenda XXIII, 1907, p. 422 ff.

KAPHAHN, Beitr. z. Anat. d. Rhynchosp.-Blätt. etc., Beih. z. Bot. Centralbl. XVIII, 1. Abt., 1905, p. 233 ff. u. Taf. X—XI.

KEISERMANN, Kolloidchem. Beih. I, S. 428 ff.

KLEIN, Beitr. z. Anat. d. Infloresc., Dissert. Berl. 1886 (auch in Jahrb. Bot. Gart. u. Bot. Mus. Berl. IV, p. 333 ff.). — Vgl. die Referate in Bot. Centralbl. XXXII, 1887, S. 107 ff. u. bei JUST, Bot. Jahresber. XIV, Abt. 1, 1888, S. 901.

KOHL, Anat.-physiol. Unters. d. Kalksalze u. Kieselsäure usw., Marburg 1889.

KÜSTER, Üb. Kieselablager. i. Pflanzenkörp., Ber. d. D. Bot. Ges. XV, 1897, S. 137.

LEMCKE, Beitr. z. Kenntn. d. Gatt. *Carex*, Dissert. Königsberg 1892.

LOELE (a), in LUBARSCH u. v. OSTERTAG, Ergebn. allg. Path. u. path. Anat. d. M. u. d. T. XVI, Abt. II, 1912 (1913), S. 760 ff.

— (b), Die Phenolreaktion, Leipz. 1920.

— (c), in Centralbl. f. allg. Path. u. path. Anat. XXXI, 1921, 449 ff.

MARGGRAF, Vgl. Anat. d. *Carex*-Art. m. ihren Bastarden, Leipz. 1896.

MAZEL, Ét. d'anat. comp. sur les org. de végét. dans le genre *Carex*, Dissertat. Genf 1891.

MOLISCH (a), Aschenbild u. Pflanzenverwandtsch., Sitz.-Ber. d. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. CXXIX (1920), p. 261—294. — S. auch das Referat von MOEWES in Naturw. Wochenschr., N. F. XX, 1921 S. 234 ff., sowie MOLISCHs kleinen Aufsatz:

— (b), in Kosmos, Handw. d. Naturfr. Jahrg. 1921, S. 214 ff.

NAUMANN, Mikrotekniska Notiser VII Bot. Notis., 1916, p. 197—200.

NETOLITZKY, in Sitz.-Ber. d. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. CXIII, 1914, p. 725 ff. — Vgl. auch in Arch. f. Chem. u. Mikr. IV, 1911.

PALLA (a), Z. Kenntn. d. Gatt. *Scirpus*, Engl. Bot. Jahrb. X, 1889, 298 ff.

— (b), Z. Syst. d. Gatt. *Eriophorum*, Bot. Ztg. LIV, 1896, 141 ff.

— (c), in Ber. d. D. Bot. Ges. XV, 1897, 467 ff.

PFEIFFER (a), Üb. d. Stellung d. Gatt. *Caustis* usw. I, Ber. d. D. Bot. Ges XXXVII, 1919, 415 ff.

— (b), ebenso II, ebendort XXXVIII, 1920, 207 ff.

— (c), Z. Syst. d. Gatt. *Chrysithrix* usw., ebenda p. 6 ff.

— (d), Die Kegelzell. innerhalb d. Gefäßbündelscheide bei *Cladium Mariscus*, Beih. z. Bot. Centralbl. XXXVIII, Abt. I, S. 220 ff. mit Taf.

— (e), Beitr. z. Morph. u. Syst. d. Gatt. *Lagenocarpus* usw. I, Ber. d. D. Bot. Ges. XXXIX, 1921, 125 ff. — Die in Aussicht gestellte Einzeldarstellung der Anatomie befindet sich in Druck u. erscheint in Beih. Bot. Centralbl.

— (f), Revision d. Gatt. *Ficinia* Schrad., Bremen 1920 (1921).

PLOWMAN, The comp. Anat. and Phylog. of the Cyper., Ann. of Bot. XX, 1906, 1 ff.

RIKLI, Beitr. z. vgl. Anat. d. Cyper. usw., Dissert. Basel 1895 (auch in PRINGSH. Jahrb. XXVII, 1895, 485 ff.).

ROTHERT, Vgl. anat. Unters. üb. Differenzier. usw., Dissert. Dorpat 1885.

SCHILLING, Eigentüml. Ausgestalt. d. Gefäßbündelsch. b. *Eleocharis plantaginea*. Zeitschr. f. Bot. X, 1918, 512 ff.

SPINNER, L'anat. foliaire des Carex Suisses, Dissert. Zürich 1903 (auch als: Mitteil. aus Bot. Mus. Univ. Zürich XVII).

TERRACCIANO, Intorno al genere *Eleocharis* etc., Malpighia II, 1888, 273 ff. — Vgl. das Referat in JUSTs Bot. Jahresber. XVI, Abt. 1, 1890, 455 ff.

THEORIN, Om de så kallade kalkborsten hos ett par Eriophora, Öfvers. kongl. Vetensk.-Akad. Förhandl. 1882, no. 10, p. 23 ff. — JUST bringt ein Referat in Bd. XI, Abt. 2, 1886, 561.

TUNMANN, Pflanzenmikrochemie, Berl. 1913, S. 100 ff.

WESTERMAIER (a), in Sitz.-Ber. d. K. Preuß. Akad. Wiss. Berl. 1882, p. 837 ff

— (b), Üb. Bau u. Funkt. d. pflanzl. Hautgewebesyst., PRINGH. Jahrb. XIV, 1884, S. 43 ff.

WIELER, Beitr. z. Anat. d. St. v. *Saccharum*, FÜNFSTÜCKS Beitr. II, 1897, S. 1 ff.

WILCZEK, Beitr. z. Kenntn. d. Baues d. Fr. usw. d. Cyper., Bot. Centralbl. LI, 1892, p. 129 ff.

WOLFF, Aschenanalysen, 2. Bd., 1871 u. 1880.

ZIMMERMANN, Üb. Calc.-Phosphatausscheid. i. leb. Zell., Beitr. z. Morph. u. Phys. d. Pflanzenz. III, 1892, S. 311 ff.

58. Walther Wangerin: Beobachtungen über die Entwicklung der Vegetation in Dünentälern. I.

(Eingegangen am 17. September 1921. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Die Möglichkeit, den von der soziologischen Pflanzengeographie erstrebten Einblick in den entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang der Pflanzenvereine zu gewinnen, ist bei uns infolge der weitgehenden kulturellen Beeinflussung, die die natürlichen Bedingungen fast nirgends mehr zu ungehinderter Entfaltung und voller Auswirkung gelangen läßt, nur eine ziemlich beschränkte. Nur bei wenigen Formationsgruppen bietet sich in dieser Beziehung Aussicht auf befriedigende Vollständigkeit; neben der Vegetation der Moore und Heiden haben ganz besonders auch die Dünen des Seestrandes vielfach den Gegenstand umfassender und eindringender, von jener Fragestellung beherrschter Untersuchungen gebildet. Weniger eingehende Beachtung haben dagegen im allgemeinen die Dünentäler gefunden. Wohl sind entsprechend der Bedeutung, die sie für die landschaftliche Physiognomie ausgedehnterer Dünengebiete besitzen, ihrer sowohl in ökologischer Beziehung wie rein floristisch oft überaus wechselvollen Pflanzendecke bald ausführlichere, bald mehr oder weniger skizzenhafte Schilderungen gewidmet worden, in denen es auch an Hinweisen auf die Ursachen der auftretenden Verschiedenheiten nicht fehlt: doch verdichten sich diese Studien meist nicht zu einer genaueren Analyse der in Betracht kommenden Pflanzenvereine unter dem Gesichtspunkt ihres genetischen Zusammenhanges und ihrer gesetzmäßigen Sukzession. Als Beitrag zur Lösung dieser Aufgabe dürften daher Beobachtungen, die ich im Laufe der letzten Jahre im Ostseegebiet Hinterpommerns anzustellen Gelegenheit hatte und über die im folgenden in kurzem Auszuge berichtet werden soll, trotz des engen Rahmens, in dem sie sich naturgemäß bewegen, ein gewisses Interesse verdienen; gerade weil, wie schon bemerkt, die Verhältnisse recht wechselvoll sein können, erscheinen Detailuntersuchungen in kleineren Gebieten für einen solchen Zweck besonders geeignet, weil in solchen bei der völligen Einheitlichkeit in floristischer Hinsicht auch ein Einblick in die ökologischen Bedingtheiten leichter zu gewinnen ist.

Das Gebiet, auf das sich meine Untersuchungen vornehmlich erstreckten, das Dünengelände nördlich vom Leba-See[1]), besitzt in kaum zu übertreffender Weise alle die Eigenschaften, die die Voraussetzung für die Erreichung des angedeuteten Zieles bilden. Bei einer Breite von durchschnittlich 1 km und einer Längenerstreckung von mehr als 12 km bietet es genügend Raum für die Entfaltung aller in Betracht kommenden Vegetationstypen und ist zugleich von menschlichen Eingriffen, wenn auch nicht unberührt, so doch im großen und ganzen nur wenig tiefgreifend beeinflußt, so daß die natürlichen Verhältnisse vielerorts noch in voller Ursprünglichkeit zu beobachten sind. Zahlreiche teils kleinere, teils beträchtlich ausgedehnte, bald mehr, bald weniger tief eingesenkte Dünentäler, deren pflanzliche Besiedelung je nach dem Alter und den sonstigen Bedingungen verschieden weit fortgeschritten ist, gewähren die Möglichkeit, den Gang der Entwicklung nahezu lückenlos durch Vergleichung einer großen Zahl von den verschiedenen Stadien entsprechenden Einzelfällen zu erschließen. Die größeren Einsenkungen sind meist durch niedrige Dünenschwellen reich gegliedert, so daß man in ihren verschiedenen Abschnitten teils verschiedene Stufen derselben Entwicklungsreihe, teils auch Repräsentanten verschiedener Entwicklungsreihen nebeneinander vor sich hat; da außerdem die Besiedelung gewöhnlich in der Mitte ihren Anfang nimmt und von dort aus allmählich nach der Peripherie zu sich weiter ausbreitet, so ergibt sich in größeren Tälern eine ähnliche zonenweise Gliederung der Vegetation, wie sie bei Mooren häufig vorkommt, indem die Randpartien — bzw. in Tälern von langgestreckter Form die nach den Enden zu gelegenen Stücke — jüngeren Entwicklungsstadien angehören als die schon weiter vorgeschrittenen zentralen Teile. Im einzelnen ist die topographische Gestaltung[2]) des Geländes recht mannigfaltig und einigermaßen verwickelt; da eine genauere Beschreibung hier zu weit führen würde, so sei als ein häufig wiederkehrender Grundzug derselben nur hervorgehoben der Wechsel von großen, vom Strande bis nahe an den Leba-See sich erstreckenden Dünenkomplexen, deren Front entsprechend dem Vorherrschen nordwestlicher Winde mehr oder weniger deutlich von Nordosten nach Süd-

---

1) Auch das Gelände am Nordufer des östlich von Leba gelegenen Sarbsker Sees, auf das im folgenden gelegentlich ebenfalls Bezug genommen wird, bietet im wesentlichen das gleiche Bild, nur sind hier infolge der Festlegung und Anforstung der Dünen die primären Verhältnisse in viel höherem Maße gestört.

2) Vergl. die Meßtischblätter Nr. 172 (Leba) und 171 (Leba-See).

westen verläuft, und von mehr oder weniger ausgedehnten flachen Einsenkungen zwischen denselben. Dabei werden diese Dünenkomplexe nach Westen hin immer ausgedehnter und höher, um in dem 42 m hohen „Lontzkenberg“ ihren Kulminationspunkt zu erreichen; während die im Osten gelegenen überwiegend mit *Ammophila arenaria* bewachsen sind, stellen die weiter westlich gelegenen zum größten Teile völlig kahle Flugsandanhäufungen dar. Der letzte Dünenkomplex dieser Art sind die jenseits des Lontzkenberges gelegenen, 32,5 m hohen „Maddewins“, auf die nach Westen hin, wo die Dünen rasch niedriger werden und an Ausdehnung beträchtlich abnehmen, überwiegend flache, mit Waldbeständen verschiedenen Charakters bedeckte Geländeteile folgen. Anderseits erstreckt sich auch im Osten bis an die Mündung der Leba heran, welche aus der Nordostecke des Sees austritt, nur in der Nähe des Strandes ein schmaler Dünenstreifen, südlich von dem sich zunächst heideartige Flächen und weiterhin Kiefernwald erstrecken; in letzterem tritt nördlich von dem kleinen Dorf Rumbke ein zweiter, ebenfalls niedriger Dünenzug auf, der zusammen mit dem am Strande sich hinziehenden die etwa 1 km lange und $^1/_4$ km breite, nur 2—2,5 m über dem Meeresspiegel gelegene Einsenkung des „Luch“ einschließt. Das Nordufer des Leba-Sees wird meist von einem schmalen Waldstreifen begleitet, dem ein Phragmitetum von wechselnder Breite vorgelagert ist; nur im Bereiche des Lontzkenberges und der Maddewins, die unmittelbar gegen das Seeufer hin abfallen, erfahren beide eine Unterbrechung.

Was nun die Vegetation der Dünentäler angeht, so sind für die erste Besiedelung des pflanzenleeren Sandbodens alle wesentlichen ökologischen Faktoren: die Bodenunterlage, Nährstoffversorgung, Belichtung usw. durchweg gleichartig; nur bezüglich der von der Lage zum Grundwasserspiegel abhängigen Wasserversorgung bestehen erhebliche Unterschiede, die ebenso in der Zusammensetzung der zuerst sich einfindenden Pflanzendecke wie in ihrer weiteren Entwicklung sich geltend machen. Im großen und ganzen ist offenbar das ganze Gelände durch einen relativ hohen Grundwasserstand ausgezeichnet; das geht am deutlichsten daraus hervor, daß in dem regenreichen Sommer 1919 sogar in noch völlig vegetationslosen Tälern im Bereich kahler Flugsanddünen sich offene Wasseransammlungen von nicht unbeträchtlicher Ausdehnung gebildet hatten. In normalen Jahren kommt es zwar im allgemeinen nicht so weit, doch ist auch dann in den tieferen Dünentälern der Sand bis unmittelbar an die Oberfläche merklich feucht. Nach der Lage zum Grundwasserstand lassen sich nun in der Vegetation der Dünentäler drei Hauptentwicklungsreihen unterscheiden. Der ersten derselben gehören die Täler an, deren Sohle so hoch über dem Grundwasserspiegel liegt, daß der Sand erst in einer Tiefe von etwa 12 cm unter der Oberfläche[1]) sich etwas feucht zeigt. Die Entwicklung der Vegetation stimmt hier im wesentlichen mit der der Dünen überein: als erster Ansiedler auf den kahlen Sandflächen sprießt *Ammophila arenaria* auf und behauptet sich auch lange Zeit als vorherrschendes Element. Ihr gesellen sich bald die beiden anderen charakteristischen Sandgräser *Festuca rubra* var. *arenaria* und *Weingaertneria canescens*, sowie *Carex arenaria* hinzu; auch *Juncus balticus* und *Salix repens* finden sich oft schon ziemlich frühzeitig ein. Die Pflanzendecke, die allmählich noch durch weitere charakteristische Dünenpflanzen wie *Linaria odora*, *Jasione montana*, *Artemisia campestris*, *Hieracium umbellatum* bereichert wird, bleibt lange offen; Moose spielen in ihr nur eine geringe Rolle, dagegen kommt der Beteiligung von Flechten (*Cladonia*-Arten usw.) eine gewisse Bedeutung zu. Indem sich weiterhin einerseits Kiefernanflug, anderseits Heideelemente (*Calluna vulgaris* meist vor *Empetrum nigrum* dominierend, *Erica tetralix* höchstens ganz sporadisch) einfinden und allmählich die Herrschaft an sich reißen, wird unter allmählichem Verschwinden der eigentlichen Dünenelemente schließlich der Endzustand der einförmigen Kieferndünenheide erreicht, in deren Unterwuchs das Heidekraut sowie Flechten, von Moosen außerdem *Hypnum Schreberi* und *Dicranum scoparium* vorherrschen, während andere Arten (außer der Krähenbeere z. B. noch *Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula multiflora*, *Vaccinium vitis idaea*, *Melampyrum pratense*, *Lycopodium clavatum*, selten auch *Goodyera repens*) meist nur vereinzelt eingestreut vorkommen.

Ganz anders stellen sich dagegen die Verhältnisse in jenen Dünentälern dar, in denen der Sandboden auch an der Oberfläche dauernd feucht ist. Hier ist zumeist *Agrostis alba* var. *stolonifera* der erste Pionier der Vegetation; bisweilen bleibt sie einige Zeit der einzige Ansiedler, gewöhnlich aber stellt sich schon frühzeitig neben bzw. zugleich mit ihr *Juncus lamprocarpus* ein. Auch *Juncus balticus*, der hier in der Regel reichlicher auftritt als in den Tälern der vorigen Reihe, sowie *Salix repens*, letztere zunächst in zerstreuten und niedrigen Büschen auftretend, bleiben nicht lange fern; von den Sandgräsern fehlt *Ammophila arenaria* allermeist vollständig oder spielt höchstens eine ganz untergeordnete Rolle.

---

[1]) **Zahlenangaben nach Beobachtungen im Juli 1920.**

auch *Festuca rubra* var. *arenaria* und *Weingaertneria canescens*, von denen besonders die erstere oft, aber keineswegs immer vorhanden ist, gelangen zu keiner größeren Bedeutung, und lediglich *Carex arenaria* behauptet auch hier ihren Platz, ohne aber je so kräftig entwickelt zu sein wie in den Dünentälern der ersten Reihe. Der Übergang zur folgenden Stufe wird nun vornehmlich durch zwei Moose bestimmt, nämlich *Pohlia nutans* in einer zwergigen Form und *Polytrichum perigoniale*; durch sie, die in außerordentlich großer Individuenzahl sich ausbreiten, wird eine wesentliche Verdichtung der Vegetationsdecke bis zu einem mindestens halb geschlossenen Zustande bewirkt und zugleich auch allmählich eine Änderung der Bodenbeschaffenheit herbeigeführt: die feuchte Sandunterlage zeigt sich nach der Ausbildung des Polytrichetums von einer zunächst allerdings sehr dünnen, schwärzlichen, durch die Rhizoiden verfilzten Humuslage bedeckt, die im feuchten Zustande eine schmierige Beschaffenheit annimmt, in der Trockenheit dagegen erhärtet. Es handelt sich also um eine Trockentorfbildung, durch die wenigstens für flachwurzelnde Pflanzen die Ernährungsverhältnisse und außerdem auch die Wasserdurchlässigkeit des Bodens eine Änderung erfahren; nach reichlicheren Niederschlägen bilden sich jetzt noch viel leichter als auf der reinen Sandunterlage flache Wasseransammlungen, anderseits wird auch bei großer Trockenheit die Verdunstung des den Sand durchfeuchtenden Wassers herabgesetzt. Charakterpflanzen des Polytrichetums, das als reine Moosassociation nur eine kurze Übergangsphase darstellt, sind vor allem *Drosera rotundifolia*[1]) und *D. anglica*[2]), die in solcher Massenhaftigkeit zur Entwicklung gelangen, daß sie den Farbton der Pflanzendecke maßgebend beeinflussen; vor allem das Auftreten der letzteren, die nicht selten die erstere an Individuenzahl noch übertrifft, an diesen Standorten erscheint recht merkwürdig, da sie sonst für besonders nasse, schwammige Stellen von Sphagnetum-Mooren bezeichnend ist. Dagegen habe ich *D. intermedia* in diesem Bestandestypus nur in wenigen Dünentälern nördlich vom Sarbsker See wahrgenommen. Als dritte Charakterpflanze gesellt sich den beiden Sonnentauarten *Lycopodium inundatum* hinzu, das ebenfalls in großer Menge auftritt und stets auch sehr reichlich fruktifiziert. Von den obengenannten Arten der Primärassociation verschwindet *Agrostis alba* var. *stolonifera* bald; auch *Juncus lamprocarpus* spielt höchstens noch eine untergeordnete Rolle, während *J. balticus* seinen Platz behauptet. Als dritte Art dieser Gattung kommt dann neu *J. squarrosus* hinzu, der allerdings nur in einigen Tälern nördlich vom Sarbsker See eine an Individuenzahl reichere Entwicklung zeigte. Flechten besitzen in dieser Association keine irgendwie nennenswerte Bedeutung; auch echte Dünenpflanzen wie *Jasione montana* oder *Hieracium umbellatum* kommen nur vereinzelt vor, lediglich *Erythraea Centaurium* ist etwas häufiger anzutreffen. Gelegentlich siedeln sich *Vaccinium oxycoccos*, sowie *Eriophorum polystachyum* und *Calamagrostis lanceolata* bereits auf dieser Entwicklungsstufe an; auch kann die Moosflora durch *Aulacomnium palustre*, *Hypnum Schreberi* und vereinzelte Polster der weiter unten aufgeführten *Sphagnum*-Arten eine Bereicherung erfahren. Das typische Polytricheto-Droseretum enthält, außer allenfalls *Salix repens*, keine Holzpflanzen; die Weiterentwicklung zur folgenden Stufe wird durch das Aufkommen von solchen gekennzeichnet. Einerseits ist es Anflug von Birken *(Betula verrucosa)* und Kiefern, der sich einfindet, wozu auch öfter noch *Salix aurita*, seltener *Alnus glutinosa* hinzutritt; anderseits stellen sich Heideelemente ein, und zwar *Empetrum nigrum* früher und mindestens zu Anfang stets auch reichlicher als *Calluna vulgaris*, außerdem stets, wenn auch zunächst nur sporadisch, *Erica tetralix*. Durch das Höherwerden und den allmählich eintretenden dichteren Bestandesschluß der Gehölze wird die Physiognomie wesentlich verändert; auch die floristische Zusammensetzung erfährt eine Verschiebung, indem im Unterwuchs die Heideelemente meist stärker in den Vordergrund treten, dagegen die beiden *Drosera*-Arten und *Lycopodium inundatum* zurückgedrängt werden und nur an offeneren Stellen noch ein bescheidenes Dasein fristen. Endlich ist auch eine Bereicherung der Artenliste durch *Lycopodium clavatum*, *Vaccinium uliginosum*, *Pirola minor* u. a. m. zu konstatieren.

---

[1]) In Formen, die der var. *maritima* Graebn. mehr oder weniger nahestehen; ob in letzterer nicht vielleicht eher eine biologische Standortsform als eine „Rasse“ im eigentlichen Sinne zu erblicken ist, möge dahingestellt bleiben.

[2]) Auch der Bastard *D. anglica* × *rotundifolia* (= *D. obovata* M. u. K.) wurde einige Male gefunden.

59. Walther Wangerin: Beobachtungen über die Entwicklung der Vegetation in Dünentalern. II.

(Eingegangen am 17. September 1920. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Bis zu dem Punkte, bis zu welchem die Entwicklung der Vegetation in den Dünentälern der zweiten Reihe in der vorigen Mitteilung verfolgt wurde, stellen sich die Verhältnisse, wie aus der Beobachtung einer recht großen Zahl von Einzelbeispielen hervorgeht, in allen gleichwertigen Entwicklungsstadien im wesentlichen gleichartig dar. Auch die ökologischen Zusammenhänge: die von Anfang an bestehende größere Feuchtigkeit der Bodenunterlage, die relativ frühzeitige Ausbildung einer mehr oder weniger geschlossenen Pflanzendecke, die Entstehung einer torfähnlichen dünnen Humusschicht, die hierdurch gegebene bzw. geförderte Möglichkeit der Ansiedlung weiterer Arten, für die der reine Sand kein geeignetes Substrat darstellt, endlich die Änderung der Belichtungsverhältnisse durch das Aufkommen von Gehölzen und die dadurch bedingte Zurückdrängung der lichtbedürftigen Leitpflanzen des Polytricheto-Droseretums sind unschwer zu erkennen. Auch jene Vereine, die als Übergangsglieder zur Ausbildung von Reiserbeständen mit von Heideelementen beherrschtem Unterwuchs anzusehen sind, bieten überall noch ein in der Hauptsache übereinstimmendes Bild. Dagegen fehlt diese Einheitlichkeit bis zu einem gewissen Grade in den fertig ausgebildeten Schlußgliedern. Wohl ist auch hier der gemeinsame Grundcharakter: Reiserbestände, in denen neben der Kiefer stets auch die Birke eine maßgebende Rolle spielt und bisweilen auch die Erle reichlicher auftritt, mit einem Unterholz hauptsächlich von *Salix repens* und *S. aurita* (dazu gelegentlich auch *S. pentandra*) und einem Unterwuchs vornehmlich von *Calluna vulgaris* und *Empetrum nigrum*, in dem auch *Erica tetralix* niemals fehlt, nicht zu verkennen und läßt auch bereits gewisse Unterschiede gegenüber der Kieferndünenheide, wie sie das Schlußglied der ersten Entwicklungsreihe bildete, hervortreten, Unterschiede, die durch weitere Glieder der Artenliste der fraglichen Bestände (*Vaccinium oxycoccos* stets mehr oder weniger reichlich, *V. uliginosum, Pirola minor, Hydrocotyle vulgaris* u. a. m., von Moosen u. a. *Aulacomnium palustre*) noch stärker betont werden. Auch die Bodenverhältnisse zeigen, soweit sich bei Felduntersuchungen darüber ein Urteil gewinnen ließ, überall gleichartige Beschaffenheit: feuchter Sand mit dünner schwärzlicher Torfdecke und bis zu 5—8 cm Tiefe von Wurzeln stark verfilzt und in seiner Färbung verändert. Aber daneben gibt es doch auch zwischen den verschiedenen hierher gehörigen Beständen gewisse Unterschiede teils nur quantitativer, teils aber auch qualitativer Art. Erstere kommen zunächst in dem verschieden dichten Bestandesschluß der im allgemeinen nicht viel über mannshohen Gehölzarten, ferner in dem verschieden starken Auftreten z. B. von *Hydrocotyle vulgaris*, *Vaccinium oxycoccos* und *Erica tetralix* zum Ausdruck. Wichtiger sind aber die Unterschiede in der Zusammensetzung der Artenliste, die sich vornehmlich auf das Auftreten von ***Myrica Gale***, ***Phragmites communis***, *Calamagrostis lanceolata*, ***Eriophorum polystachyum***, einigen *Carex*-Arten (besonders *C. flava* und *C. Goodenoughii*) sowie von Arten der Gattung *Sphagnum* (*S. fimbriatum*, *S. squarrosum*, *S. papillosum*, *S. compactum*) erstrecken. ***Myrica Gale*** sah ich nur in einem Dünental nordwestlich der ersten kahlen Düne „Höhe 18“, wo auch *Phragmites communis* und *Eriophorum polystachyum* auftraten, *Vaccinium oxycoccos* ganz besonders reichlich sich entwickelt zeigte und auch gelbgrüne Sphagnumpolster sich ausbreiteten. Letztere waren noch zahlreicher in einem Dünental östlich der Maddewins, in dessen Reiserbestand *Betula verrucosa* die Führung hatte; hier war zugleich auch eine Massenentwicklung von ***Phragmites communis*** zu konstatieren, das, wenn es auch keine geschlossenen Bestände bildete, doch überall mit seinen Halmen zum Vorschein kam und so für die Physiognomie des Bestandes wesentliche Bedeutung gewann; auch *Calamagrostis lanceolata*, die ich sonst noch in einem Dünental nordöstlich der Maddewins mit verstreutem Birken-Kiefern-Bestand bemerkt habe, war hier ziemlich reichlich, desgleichen auch ***Eriophorum polystachyum***. In den sonstigen von mir aufgenommenen Beständen dieses Typus dagegen fehlten die Sphagnen völlig oder traten nur ganz vereinzelt auf, während ***Phragmites communis*** und ***Eriophorum polystachyum*** in geringer Menge auch noch in einigen anderen Fällen, aber nicht regelmäßig vorhanden waren.

Alles in allem wird man die in Rede stehenden Bestände am besten als anmoorige oder torfige Heide bezeichnen; sie stehen ohne Zweifel gewissen Zwischenmoorvereinen mehr oder weniger nahe und nehmen gewissermaßen eine vermittelnde Stellung ein zwischen der Kieferndünenheide und den ausgeprägt heidemoorartigen Beständen, die wir bei der Schilderung der dritten Entwicklungsserie kennen lernen werden. Für die Beantwortung der

Frage nach der Bewertung der hervorgehobenen Unterschiede wird man auf das Auftreten des ökologisch so außerordentlich vielseitigen Schilfes wie auch auf dasjenige von *Calamagrostis lanceolata* weniger Gewicht zu legen haben als auf dasjenige von *Myrica Gale* und der *Sphagnum*-Arten. Prinzipiell bestehen drei Möglichkeiten der Deutung: die Unterschiede können zufälliger Natur sein, d. h. veranlaßt durch die gerade hier oder dort zuerst hingelangten Samen, wodurch bestimmten Arten von vornherein ein Übergewicht in der Besiedelung der Standorte gesichert wurde; sie können auch den Ausdruck gewisser, nicht ohne weiteres erkennbarer ökologischer Bedingungen bilden, wobei vielleicht geringe Niveaudifferenzen, die eine fortschreitende Versumpfung[1]) mehr oder weniger begünstigen, eine Rolle spielen; endlich könnten auch die verschiedenen Einzelbestände selbst Glieder einer fortschreitenden Entwicklung sein, wobei die sphagnumreichen an das Ende zu stellen sein würden. Eine endgültige Entscheidung zwischen diesen drei Möglichkeiten, von denen mir allerdings die zweite die größte Wahrscheinlichkeit zu besitzen scheint, vermag ich nicht zu treffen, teils weil bei der nicht allzu großen Zahl von vorhandenen Einzelbeispielen das Beobachtungsmaterial für eine solche nicht ausreicht, teils auch in Erwägung des Umstandes, daß dort, wo sich erst einmal ein Gehölzbestand von hinlänglich dichtem Bestandesschluß gebildet hat, schießlich doch der menschliche Einfluß durch Holznutzung und Wiederaufforstung der geschlagenen Lücken störend in den Ablauf der natürlichen Vorgänge eingreift. Damit entfällt auch die Beantwortung der Frage, ob wir es in jenen Beständen mit einem nur vorläufigen oder mit einem endgültigen Schlußglied der ganzen Serie zu tun haben, ob also das erreichte dynamische Gleichgewicht sich bei Fortdauer der bestehenden Außenbedingungen im wesentlichen unverändert zu erhalten vermag oder noch eine weitere Verschiebung in bestimmter Richtung erfahren würde. Übrigens kann das Weiterwandern der Dünen die Bestände auch mit einer erneuten Sandverschüttung bedrohen, wie eine solche offenbar auch in früheren Zeiten stattgefunden hat, denn nicht selten sieht man an Dünenhängen sich noch kahle Stumpfe als letzte Reste einstiger Gehölzbestände emporrecken; im Gebiet der Maddewins war ein solches Vordringen der Dünen auch unverkennbar vorhanden.

---

[1]) Als Ausdruck einer in diesem Sinne vorhandenen Tendenz könnte man vielleicht die Tatsache ansehen, daß in dem nassen Juli 1919 die meisten dieser Bestände ganz oder doch zum großen Teil unter Wasser standen.

Endlich findet sich in den Dünentälern unseres Gebietes noch ein dritter, einer besonderen Entwicklungsserie angehöriger Vegetationstypus; da derselbe nur in einer beschränkten Zahl von Fällen auftritt, so daß deren Nebeneinanderstellung allein die Stufenfolge nicht mit genügender Deutlichkeit zur Darstellung bringen würde, so möge zunächst sein Hauptrepräsentant, das eingangs bereits kurz erwähnte „Luch“ bei Rumbke kurz geschildert werden. Im Juli 1919 stand fast die ganze ausgedehnte Fläche desselben unter Wasser; aber auch in dem trockenen Juli des folgenden Jahres waren besonders in seinem zentralen Teil noch ziemlich ausgedehnte, wenn auch nur flache Wasserblänken vorhanden, auf deren Grund in großer Menge *Litorella uniflora* wuchs, während am Rande und in der Umgebung teilweise lockere Bestände von *Phragmites communis* sich ausbreiteten. Der größere Teil des Luches weist aber eine von Schilf freie, als „heidemoorartig“ zu bezeichnende Vegetation auf. Es wechseln schon etwas stärker verdichtete Stellen, deren Boden von einem schwarzen, schlammig-nassen Torf gebildet wird, mit halboffenen Schlenken, die von einer grünbraunsuppigen Masse (Verlandung durch *Sphagnum inundatum*) erfüllt sind. Die etwas festeren Teile weisen meist einen mehr oder weniger geschlossenen Torfmoosrasen (ebenfalls vorwiegend *Sph. inundatum*) auf, stellenweise tritt aber auch nackter Torfschlamm zutage. Hin und wieder erheben sich kleinere oder etwas größere Heidehügel über die Fläche, die Gebüsch von *Myrica Gale*, *Erica tetralix*, *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris* u. dgl. tragen; auf den größeren tritt auch die Kiefer auf. Während die flacheren Heidehügel von Sphagnen (außer dem oben genannten besonders noch *Sph. subbicolor*) fast ganz durchwachsen sind, sind auf den größeren die Sphagnumpolster hauptsächlich auf die Randzone beschränkt und sind zwischen den Sträuchern Moose trockener Standorte (*Hylocomium splendens*, *Hypnum Schreberi* u. dgl.) vorherrschend. Die ursprüngliche Bodenunterlage ist überall Dünensand; am Ostrand war die Bodenoberfläche schwarz, von naß-schlammiger Beschaffenheit, die darunter liegende Schicht dunkel gefärbt und stark von Wurzeln verfilzt, in 4—5 cm Tiefe fand sich nasser Sand von heller Farbe; an tieferen, mehr nach der Mitte zu gelegenen Stellen dagegen fand sich letzterer erst in etwa 10 cm Tiefe und ein kleiner, flacher, mit *Myrica* bewachsener Hügel wies sogar mehr als 10 cm Torfschlamm auf. *Hydrocotyle vulgaris* ist überall von den offenen Schlenken bis zu den festen Heidehügeln in Menge vorhanden; die Hauptmasse der Pflanzendecke aber wird auf der offenen Fläche von *Carex Goodenoughii* und *Agrostis canina* gebildet, neben denen noch zahlreiche, aber durchweg sehr niedrige Sträucher von *Salix repens* zu nennen sind. *Drosera intermedia* tritt vornehmlich auf nacktem Torfschlamm in einiger Menge auf, während die beiden anderen Sonnentauarten sowie *Lycopodium inundatum* nur spärlich in Sphagnumpolstern angetroffen wurden. Die übrigen Bestandteile der Vegetation (z. B. noch *Eriophorum polystachyum*, *Carex stellulata*, *C. panicea*, *Juncus supinus*, *J. filiformis*, *Ranunculus Flammula*, *Comarum palustre*, *Potentilla Tormentilla*, *Lotus uliginosus*, *Lythrum Salicaria*, *Veronica scutellata* u. a. m.) treten den genannten gegenüber sehr zurück; auch die eigentlichen Heideelemente, von denen *Erica tetralix* in der Umgebung der Heidehügel noch am weitesten gegen die offene Fläche vordringt, spielen in diesem Entwicklungsstadium nur eine ziemlich untergeordnete Rolle. Neben der hiermit wohl genügend gekennzeichneten offenen Fläche verdienen auch die Randbestände einige Aufmerksamkeit, weil sie zum Teil wenigstens weiter fortgeschrittene Entwicklungsstadien darstellen. Am wenigsten gilt letzteres vom Ostrand, der allmählich in die angrenzenden, auf etwas höherem Boden gelegenen Kiefernbestände übergeht, und in dessen Bereich sich eine Association von etwas anderer Zusammensetzung unmittelbar und selbständig entwickelt zu haben scheint; hier wuchsen u. a. *Lycopodium inundatum*, *Agrostis canina*, *Molinia coerulea*, *Carex panicea*, *C. Oederi*, *C. Goodenoughii*, *Rhynchospora alba*, *Rh. fusca*, *Eriophorum polystachyum*, *Juncus balticus*, *J. filiformis*, *J. lamprocarpus*, *J. squarrosus*, *Salix repens*, *Ranunculus Flammula* (in einer der var. *reptans* nahestehenden Form), alle 3 *Drosera*-Arten, *Potentilla Tormentilla*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Erica tetralix*, *Vaccinium oxycoccos*, ferner hauptsächlich auf niedrigen Heidehügeln noch *V. uliginosum*, *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*, *Myrica Gale*, *Nardus stricta*, *Triodia decumbens*. Am Südrand, der von einer mit Kiefernwald bedeckten niedrigen Dünenreihe begrenzt wird, erstrecken sich in diesen hinein zahlreiche, unregelmäßig gestaltete, meist völlig zugewachsene Schlenken; hier treten die Torfmoosrasen wie auch *Carex Goodenoughii* und *Agrostis canina* stark zurück, während *Erica tetralix* und *Vaccinium oxycoccos* die Hauptmasse der Vegetation bilden, neben denen noch *V. uliginosum*, *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum* und *Hydrocotyle vulgaris* erwähnt seien. Am Westrande ist dem Walde ein durch die Vorherrschaft von *Myrica Gale* ausgezeichneter Reiserbestand vorgelagert, dessen Boden eine etwa 5 cm mächtige, stark von Wurzeln verfilzte Torfschicht aufwies; besonders *Sphagnum subbicolor* bildet hier ausgedehnte Polster, daneben noch *Sph. squarrosum* und *Polytrichum vulgare*, begleitet und durchwachsen von Stauden und Kleinsträuchern wie

Agrostis canina, Nardus stricta, Carex stellulata, C. Goodenoughii, C. rostrata, Juncus filiformis, Drosera anglica, D. rotundifolia, Epilobium palustre, Hydrocotyle vulgaris, Empetrum nigrum, Erica tetralix, Vaccinium oxycoccos usw. Endlich sei erwähnt, daß der anschließende Kiefernwald am West- wie auch am Nord- und Nordostrande den Charakter eines Zwischenmoorwaldes trägt, in dessen Unterholz *Myrica Gale* tonangebend ist, während das sonst für diesen Bestandestypus bezeichnende *Ledum palustre* weniger stark hervortritt; besonders bemerkenswerte Arten sind hier insbesondere noch *Pirola uniflora* und *Listera cordata*.

Dem Luch ähnliche Moorbildungen finden sich noch am Westrande des anschließenden Waldes bei Höhe 17 und in der großen Einsenkung zwischen dieser und dem Pletkaberg, stets an besonders tief gelegenen Stellen, jedoch meist von geringerer Ausdehnung. Sie repräsentieren teils mehr, teils weniger weit fortgeschrittene Stadien des gleichen Typus: einerseits nasse, wenig bultige Sphagneten (gleichfalls *Sphagnum inundatum* vorherrschend) ohne offene Schlenken und von kleinen Heidehügeln durchsetzt, mit *Salix repens*, sehr viel *Vaccinium oxycoccos*, ferner noch *Agrostis canina, Carex Goodenoughii, Juncus filiformis, Drosera anglica* usw., anderseits noch großenteils offenes Wasser führend mit *Phragmites communis, Calamagrostis lanceolata, Juncus effusus, Carex Goodenoughii* etc. Die Mächtigkeit der Torfschicht über dem reinen Sand betrug im Höchstfalle 15—20 cm. Einen Bestand, der vielleicht einen Übergang zu der anmoorigen Heide der Dünentäler der zweiten Entwicklungsreihe darstellt, vielleicht aber auch nur als besonders weit fortgeschrittenes Glied der letzteren zu betrachten ist, beobachtete ich südöstlich vom Pletkaberg. Die entwicklungsgeschichtliche und formationsbiologische Stellung der Glieder dieser dritten Entwicklungsreihe ist also dahin zu präzisieren, daß sie nur zur Ausbildung gelangen in besonders tief gelegenen und durch besonders hohen Grundwasserstand ausgezeichneten Dünentälern, in denen sich dauernde Ansammlungen von offenem Wasser finden oder der Sand mindestens einen sehr hohen Grad von Nässe aufweist; die Nährstoffarmut der Bodenunterlage bringt es dabei mit sich, daß von vornherein oligotrophe Vereine zur Ausbildung gelangen und entsprechend der geringen Wassertiefe Sphagnen an der Verlandung und Besiedelung tonangebend beteiligt sind. Nachdem die Verlandung vollständig geworden und durch die Torfanhäufung eine gewisse Erhöhung des Bodens über den Grundwasserspiegel eingetreten ist, werden Elemente der Moorheiden herrschend, und es vollzieht sich zuletzt eine gewisse Annäherung an die Bestände, die das Schlußglied der zweiten Serie bildeten. Die gesamten in dieser Serie auftretenden Pflanzenvereine stehen den Associationen nahe, wie sie für den Komplex der „Heidemoore“ des nordwestlichen Westpreußens und angrenzenden Hinterpommerns bezeichnend sind.

60. P. N. Schürhoff: Die Entwicklungsgeschichte von Ilex aquifolium.

(Eingegangen am 19. September 1921. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

In der Reihe der *Sapindales* sind viele heterogene Familien untergebracht, deren Stellung z. T. nicht ganz sichergestellt ist. Daß hier entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen in der Lage sind, erfolgreich neues Material zur Klärung der Verwandtschaftskreise beizubringen, ergibt sich z. B. aus den Untersuchungen SAMUELSSONs[1]) über die Entwicklungsgeschichte von *Empetrum*, die zu dem Schlusse führten, die Empetraceen seien unter die Ericineen in der *Bicornes*-Reihe einzugliedern.

Eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung von *Ilex* im Vergleich mit den bisherigen zytologischen Ergebnissen an anderen Typen der *Sapindales*-Reihe dürfte daher nicht wertlos sein.

Die Samenanlagen von *Ilex* haben ein Integument, während im allgemeinen das Vorkommen von zwei Integumenten bei den *Sapindales* bei weitem überwiegt.

Bevor die Mikropyle gebildet wird, hat sich die Embryosackmutterzelle aus einer unter der Epidermis des Nuzellus gelegenen Zelle entwickelt. Es wird nur eine Embryosackmutterzelle angelegt, während z. B. bei *Aesculus Hippocastanum* von JÖNSSON[2]) mehrere Embryosackmutterzellen beschrieben werden, die sich in gleicher Weise zu Makrosporentetraden entwickeln.

Durch die allotypischen Teilungen werden 4 Makrosporen gebildet, von denen sich die innerste zum Embryosack entwickelt. Die Entwicklung des Embryosackes zeigt keine Besonderheiten. Im reifen Embryosack sind die Polkerne verschmolzen; die Antipoden sind wenig entwickelt.

Die reifen Pollenkörner sind zweikernig; der Pollenschlauch wächst, nachdem er das Leitungsgewebe verlassen hat, auf den der Mikropyle gegenüber gelegenen Papillen weiter, bis er die Mikropyle erreicht hat. Er dringt dann durch die Mikropyle in den Embryosack ein. Es findet also Porogamie statt, während bei einigen Familien der *Sapindales,* z. B. bei *Rhus*[3]) und *Acer*[4]) Aporogamie festgestellt wurde und nach BILLINGS[5]) die Mikropyle bei *Stackhousia* völlig zugewachsen ist.

Die generativen Kerne sind komma- bis halbmondförmig. Nach der Befruchtung beginnt sogleich die Ausbildung des Endosperms, und zwar wird durch die erste Teilung des Endospermkerns eine Querwand gebildet und bei der Teilung der Tochterkerne werden ebenfalls wieder Querwände angelegt. Es findet also Endospermbildung mit sukzedaner Zellbildung statt. Im allgemeinen ist die Ausbildung des Endosperms als charakteristisches Merkmal anzusehen, doch finden wir bei den *Sapindales* auch Endospermbildung durch freie Zellbildung, d. h. es bildet sich zuerst ein protoplasmatischer Wandbelag mit vielen freien Kernen, zwischen denen sich erst später Zellwände abgrenzen; dies ist z. B. der Fall bei den Staphyleaceae[6]).

Nachdem bei *Ilex* eine Reihe von vier Endospermzellen gegebildet ist, finden auch Längsteilungen statt. Dieser Typus ist sehr verbreitet und findet sich z. B. auch bei den Buxaceae[7]) und Empetraceae[1]). Die Antipoden sind bereits im Stadium des vierzelligen Endosperms nicht mehr aufzufinden, sie degenerieren, ohne eine besondere Veränderung durchgemacht zu haben, während z. B. bei den Stackhousiaceae[5]) eine Vermehrung der Antipoden eintritt. Bei der Weiterentwicklung des Endosperms wird der Nuzellus immer mehr verdrängt; die Eizelle geht erst nach reichlicher Endospermentwicklung zur Teilung über.

Hervorzuheben ist noch, daß das Endosperm von *Ilex* keine Haustorien bildet, während bei den Empetraceae[1]) und Balsaminaceae[3]) Haustorien ausgebildet werden.

Ilex folgt also in seiner Entwicklung dem normalen Angiospermentypus, während in den anderen Familien der *Sapindales* wichtige Abweichungen vorkommen. Da die Anzahl der bisher zytologisch untersuchten Familien der *Sapindales* noch sehr gering ist, lassen sich diese Merkmale bisher für eine Klassifikation noch nicht verwenden, abgesehen von den Empetraceae, die den *Ericales* zuzurechnen sind.

Literatur.

1. SAMUELSSON, G.: Studien über die Entwicklungsgeschichte der Blüten einiger *Bicornes*-Typen. Svensk Bot. Tidskr. Bd. 7, 1913.
2. JÖNSSON, B.: Om embryosäckens utveckling hos Angiosperma. Lunds Univ. Arsskrift Bd. 16, 1881.
3. GRIMM, J.: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Rhus* und *Coriaria*. Flora N. F. Bd. 4, 1912.
4. RÖSSLER, W.: Ein neuer Fall des Durchgangs eines Pollenschlauches durch das Integument. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 29, 1911.
5. BILLINGS, H.: Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung. Flora Bd. 88, 1901.
6. STRASBURGER, E.: Zellbildung und Zellteilung. Jena 1880.
7. LONGO, B.: Nuovo ricerche sulla nutrizione dell'embrione vegetale. Rend. d. R. Acc. d. Lincei Bd. 16, 1907.

61. Ernst Schilling: Über die lokalen Anschwellungen der Bastfasern.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 10. August 1921. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Seitdem DE BARY[1]) und andere kurz auf die bemerkenswerte Eigentümlichkeit hinwiesen, daß die Bastfasern gewisser Pflanzen lokale Anschwellungen aufweisen können, ist dieser Gegenstand mehrfach behandelt worden, ohne daß es jedoch bis heute gelungen wäre, ein zufriedenstellendes Bild über diese Gebilde zu erhalten. KRABBE[2]), der sie als erster einer genaueren Untersuchung unterzog, sagt, daß sie zu den rätselhaftesten Erscheinungen in der Botanik gehören. Er betont, daß sie insofern nicht zu den gelegentlichen Erscheinungen gehören, als sie sich in jedem Exemplar einer Pflanzenart finden, falls diese überhaupt die fraglichen Gebilde aufweist. So fehlen sie z. B. in keinem Zweige von

---

[1]) Vergleichende Anatomie, 1877, pag. 137.

[2]) Ein Beitrag z. Kenntnis d. Struktur u. d. Wachstums vegetabilischer Zellhäute, 1887, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XVIII, pag. 346 ff.

Nerium Oleander oder *Marsdenia erecta*, in keinem Stengel von *Linum usitatissimum* oder *Asclepias Cornuti*. Wegen dieses regelmäßigen Auftretens dürfen sie nach seiner Ansicht nicht als pathologische Bildungen aufgefaßt werden. Er kommt auf Grund seiner Beweisführung zu dem Schluß, daß die lokalen Erweiterungen durch aktives, mit Substanzeinlagerung verbundenes Wachstum zustandekommen, und daß die Ursache in der Zelle selber, nicht etwa in außerhalb liegenden Verhältnissen zu suchen ist, daß ferner die Frage nach der etwaigen physiologischen Bedeutung nicht beantwortet werden kann. Ohne auf die in der Folgezeit erschienene Literatur genauer einzugehen, möchte ich nur noch erwähnen, daß A. HERZOG[1]) die in Rede stehenden Fasern besonders stark im Hypocotyl von *Linum* ausgebildet fand, und daß TINE TAMMES[2]), ebenfalls beim Lein, über mehrere Einzelheiten berichtet. Aus welchen Gründen jedoch diese „Bäuche“ an den Fasern entstehen, und was etwa ihre Bedeutung für die lebende Pflanze sein könnte, darüber sind wir noch ganz im unklaren, so daß HABERLANDT[3]) sie als „eine in ihrer Bedeutung noch rätselhafte morphologische Eigentümlichkeit“ bezeichnet.

Unter diesen Umständen dürfte die Mitteilung von Interesse sein, daß es mir gelang, lokale Anschwellungen der Bastfasern in lebenden Pflanzen experimentell hervorzurufen, auch in solchen Pflanzen, für die sie bisher nicht beschrieben waren. — Bei der anatomischen Untersuchung solcher Flachsstengel, die durch Hagelschlag beschädigt und infolgedessen mit umfangreichen Wucherungen versehen waren[4]), beobachtete ich ein eigentümliches Verhalten der Bastfasern: entweder wurden sie nekrotisch und dann vom benachbarten Wuchergewebe resorbiert, oder sie bekamen zahlreich lokale Anschwellungen, auch in den mittleren Stengelpartien. Dieses Verhalten legte, da der Hagelschlag als solcher nur mechanisch wirksam ist, die Vermutung nahe, daß durch mechanische Eingriffe anderer Art ebenfalls ähnliche Erscheinungen hervorgerufen werden könnten. Zu diesem Zwecke wurden mehrere Versuchsreihen angesetzt, die in Auswahl der Objekte und mechanischen Beeinflussung variierten.

---

[1]) Über die Bastzellen aus dem Hypocotyl der Flachspflanze. 1904. Zeitschr. f. Farben- u. Textilindustrie, 3. Jahrg. Heft 20, 21, 22.

[2]) Der Flachsstengel. 1907, Haarlem.

[3]) Physiologische Pflanzenanatomie, 1918, pag. 137.

[4]) Zur Kenntnis des „Hagelflachses“ I. — 1921, Faserforschung, Jahrg. I, Heft 2, pag. 102—120.

Knickt man z. B. die Stengel verschiedener einjähriger Pflanzen so stark, daß eine scharf ausgeprägte Knickstelle entsteht und der obere Stengelteil ± stark erdwärts herunterhängt, so tritt häufig an diesen Knickstellen, die je nach der Art des Versuchsobjekts und dem Vorgang des Knickens selbst verschieden starke Verletzungen des Stengels vorstellen, ein abnormes Wachstum der Stengelgewebe auf, meist auch dann, wenn die Pflanze den herabhängenden Stengelteil wieder orthotrop aufrichtet. Infolge starker Hypertrophie und Hyperplasie kann an diesen Stellen der Durchmesser des Stengels bis aufs Doppelte und noch mehr anschwellen, so daß der Stengel wie mit Knoten besetzt erscheint. An diesen Stellen nun, ferner oberhalb und auch unterhalb, finden sich regelmäßig an den Bastfasern lokale Anschwellungen bei einer ganzen

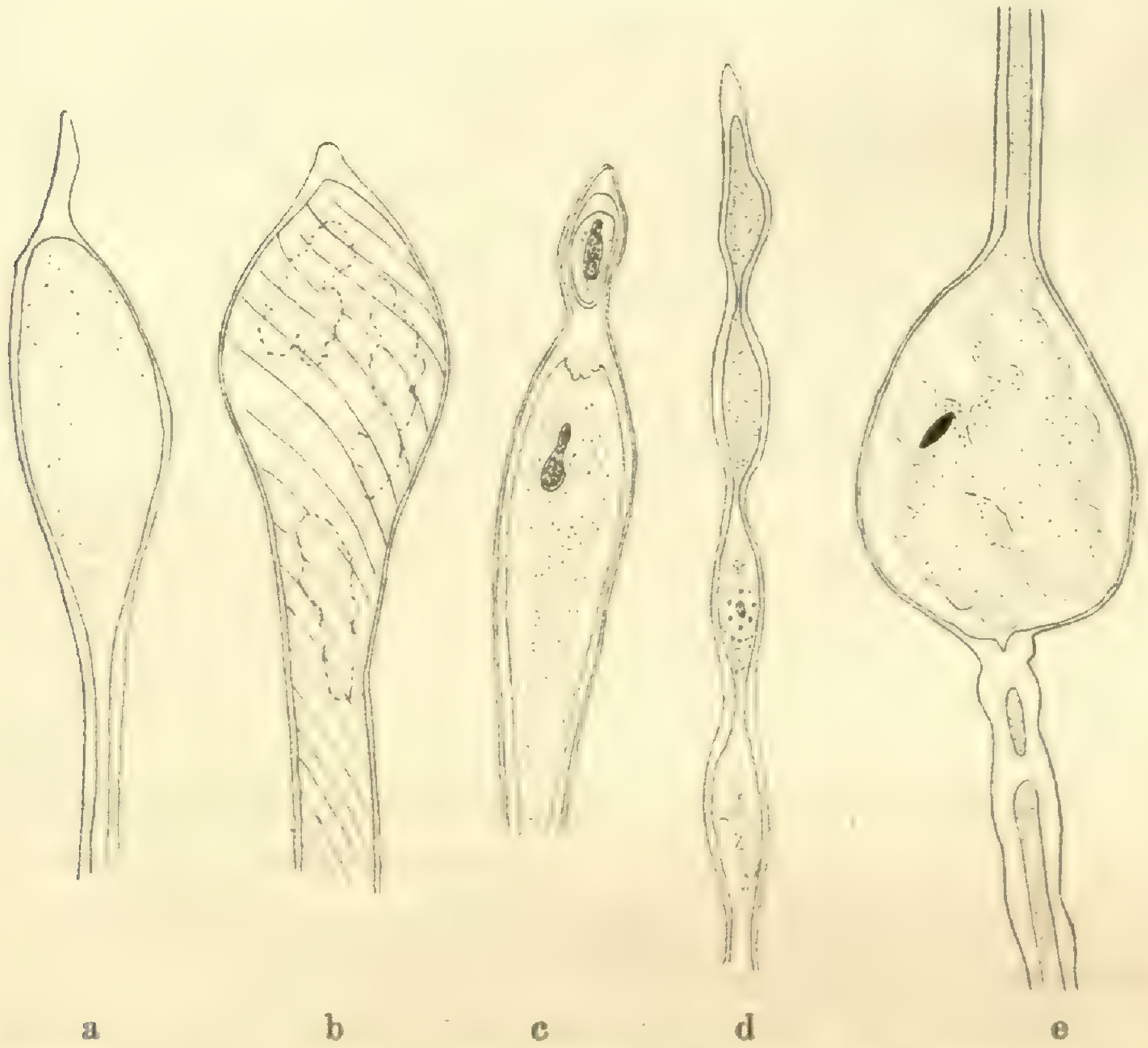


Abb. 1. *Urtica dioica*, Bastfasern, acht Tage nach Stengelknickung. Vergr. ca. 120. a = lokale Anschwellung der Spitze, plasmareich; b = desgl., mit angedeuteter Spiralstreifung; c = Anschwellung und Einkapselung des Protoplasmas, zwei Kerne sichtbar; d = Faser mit vier Erweiterungen hintereinander; e = eine Anschwellung aus einer Fasermitte, mit gewaltigen Plasmamassen Unterhalb ist die Zellwand bis zum Schwinden des Lumens verdickt.

Reihe von Gewächsen. Positive Ergebnisse lieferten z. B. *Linum usitatissimum*, *L. perenne*, *Urtica dioica*, *Parietaria officinalis*, *Cannabis sativa* und andere; negativ blieben vorläufig Versuche mit Leguminosen, Malvaceen, mit einjährigen Zweigen von *Ligustrum*, *Syringa* etc. Als besonders dankbares Objekt für unsere Zwecke erwies sich neben *Linum* oft auch *Urtica*. Ihre Bastfasern reagierten mit lokalen Anschwellungen in großer Zahl, die Ausbildung erfolgte in kurzer Zeit und erreichte beträchtliche Dimensionen, Einkapselungen des Protoplasmas und andere interessante Eigentümlichkeiten traten auf. Die beigegebene Zeichnung mag einige solcher Fasern in isoliertem Zustand wiedergeben, die acht Tage nach der Stengelknickung untersucht wurden.

Das Verhalten der *Urtica*zellen erscheint mir um so bemerkenswerter, als die lokalen Anschwellungen, Einkapselungen etc. für sie bisher nicht besonders angegeben wurden, obschon die Nesselfaser um ihrer technischen Brauchbarkeit willen, besonders in neuerer Zeit, mehrfach eingehend untersucht worden ist. Nach einigen Autoren sollen allerdings gewisse Unregelmäßigkeiten vorkommen, während andere davon nichts berichten. Vielleicht könnten diese Differenzen darin ihre Erklärung finden, daß den Untersuchern jeweils Pflanzen vorlagen, die in der freien Natur ungleichmäßigen mechanischen Einflüssen ausgesetzt waren. Ähnliches könnte vielleicht auch für *Cannabis* gelten: hier bestehen bekanntlich noch ungeklärte Widersprüche betreffs der Form der Faserenden, welche für die Identifizierung der Hanffaser als wichtig angesehen werden, und eben diese Faserenden reagierten, soweit wenigstens meine vorläufigen Versuche zu beurteilen gestatten, mit Ausbildung von unregelmäßigen Formen etc. Weitere diesbezügliche Versuche müssen entscheiden, ob nicht überhaupt bei der diagnostischen Bewertung von Unregelmäßigkeiten „maximaler Breite“, Form der Faserenden etc. etwa diese Reaktionsfähigkeit der Fasern in Betracht zu ziehen wäre. Die auffällige Erscheinung, daß sich im Hypocotyl bei *Linum* konstant Faserbäuche finden sollen, ließ es als nicht ausgeschlossen erscheinen, daß auch hier „normalerweise“ zunächst mechanische Einflüsse, wie sie durch die beständige starke Beanspruchung des basalen Stengelteils auf Biegungsfestigkeit gegeben sind, eine Rolle spielen könnten.

Um nun die Biegungen, wie sie der Stengel in der freien Natur durch Einwirkung der Atmosphäre stets erfährt, in etwa nachzuahmen und sie regulierbar zu gestalten, wurde in Ermangelung anderer Apparatur ein Schüttelapparat, wie er in chemischen Laboratorien zum Mischen von Flüssigkeiten benutzt wird, zweckentsprechend so umgestaltet, daß er gestattet, vermittels Dynamoantriebs mehrere Stengel gleichzeitig in verschiedener Stengelhöhe beliebig lange und schnell (z. B. 20 Biegungen pro Minute) intermittierend zu biegen. Über die Resultate dieser und anderer Versuche, über anatomische Einzelheiten sowie über weitere Fragen, ob etwa Ernährungsstörungen oder traumatische Wuchshormone im Sinne HABERLANDTs[1]) oder andere Faktoren[2]) als Ursache für das Zustandekommen der lokalen Anschwellungen anzusehen sind, möchte ich in der ausführlichen Arbeit berichten.

Sorau (N.-L.), 6. August 1921.

Forschungsinstitut für Bastfasern.

---

1) Wundhormone als Erreger von Zellteilungen. 1921, Beiträge z. allg. Botanik, Bd. II, Heft 1. — Zur Physiologie der Zellteilung, 1.—6. Mittlg. 1918—1921.

2) Vergl. z. B. BÜCHER, Anatomische Veränderungen bei gewaltsamer Krümmung u. geotropischer Induktion. Leipzig 1906.

62. H. Conwentz: Über zwei subfossile Eibenhorste bei Christiansholm, Kreis Rendsburg.

(Eingegangen am 28. Oktober 1921. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

In der Oktobersitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1895 (Berichte Band XIII, Seite 401 ff.) machte ich eine Mitteilung über einen in der Provinz Hannover untergegangenen Eibenhorst. Dort befand sich in etwa 1 m Tiefe im *Sphagnum*torf ein ehemaliger Waldboden, der mit Stammresten von Fichte, Eibe, Eiche u. a. erfüllt war; dazwischen standen auch Stubben derselben Holzarten. Das Vorkommen der Eibe dort ist von besonderem Interesse, da sie lebend im hannoverschen Flachland nur in ein paar Exemplaren in der Oberförsterei Walsrode bekannt ist.

Die Eibe befindet sich fast überall in unserm Staatsgebiet und in anderen Ländern in starkem Rückgang. Sie fehlt von Natur in der ehemaligen Provinz Posen, doch konnte sie dort im Kottenbruch unweit Kreuz a. Ostbahn in subfossilem Zustand nachgewiesen werden[1]). Weiter fehlt sie in der Mark Brandenburg, in Schleswig-Holstein, in der Rheinprovinz sowie in den angrenzenden Niederlanden und in Belgien.

Zwei Umstände waren es, welche die Vermutung rechtfertigten, daß die Eibe der jetzigen oder früheren Vegetation Schleswig-Holsteins zuzurechnen und bisher nur übersehen sei. Einmal kommt sie in Dänemark unweit der früheren dänisch-deutschen Grenze bei Munkebjerg am Vejlefjord vor, und dann sind in Jütland deutschen und dänischen Anteils sowie auf den dänischen Inseln zahlreiche aus Eibenholz gefertigte vorgeschichtliche Gegenstände ausgegraben worden. Die Sammlungen des Museums vaterländischer Altertümer in Kiel enthalten aus Mooren eine Anzahl großer Bogen aus Eibenholz, während die zugehörigen Pfeile aus Kiefernholz bestehen. Im Herbst 1897 weilte ich mehrere Tage im Nationalmuseum zu Kopenhagen, um die in den dortigen

---

1) CONWENTZ, H., Neue Beobachtungen über das Vorkommen der Eibe. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Band IX, Heft 3/4, Seite 37 f.

reichhaltigen Sammlungen vorhandenen prähistorischen Holzsachen näher kennen zu lernen. Ich wählte 26 verschiedene Gegenstände zur mikroskopischen Untersuchung aus, und diese ergab, daß die Stücke durchweg aus Eibenholz bestanden. Dabei handelte es sich um kleinere und größere Eimer (bis 28 cm hoch), ein Messerbesteck und mehrere Bogen. Die Fundorte verteilen sich auf Jütland, Seeland, Fünen und Bornholm. Der Zeitstellung nach gehen sie vom 8. oder 7. Jahrhundert vor bis in das 9. Jahrhundert nach Chr. Geb., d. h. sie erstrecken sich über einen Zeitraum von etwa 1600 Jahren. Nach dem Urteil der nordischen Archäologen sind diese Gegenstände nicht etwa eingeführt, sondern im Lande selbst hergestellt worden. Hiernach darf man wohl annehmen, daß seinerzeit nicht das Vorkommen am Vejlefjord allein, sondern auch noch andere Stellen, wo die Eiben inzwischen eingegangen sind, das Material geliefert haben.

Auf Grund dieser Erwägungen bin ich seitdem bestrebt gewesen, eine Eibenspur in Schleswig-Holstein aufzufinden. Als W. HEERING sein Forstbotanisches Merkbuch der Provinz Schleswig-Holstein vorbereitete, bat ich ihn, bei seinen schriftlichen und mündlichen Erhebungen, die ihn auch in entlegene Teile der Provinz führten, *Taxus* seine besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, doch ist es ihm damals und später nicht gelungen, einen lebenden oder fossilen Rest aufzufinden. Weiter interessierte ich die Forstabteilung der Regierung in Schleswig dafür, bei den Revierverwaltern des Bezirks Erhebungen über Eibenreste anzustellen. Herr Oberforstmeister MEHRHARDT, damals in Schleswig, jetzt Vorstand der staatlichen Forsteinrichtungsanstalt in Magdeburg, erließ unter dem 3. März 1909 eine Rundverfügung an die Oberförster, worin sie aufgefordert wurden, namentlich auf die in Mooren vorkommenden Hölzer zu achten und womöglich Proben zur Untersuchung einzusenden. Auch dieses Vorgehen führte zu keinem Ergebnis.

Nun sind unabhängig davon ansehnliche Eibenreste im Moor bei Christiansholm, das 16,5 km westlich von Rendsburg an der Bahn nach Husum liegt, aufgefunden worden. C. DANCKWERTH gibt in seiner 1652 erschienenen Landesbeschreibung hier, namentlich nördlich von Christiansholm, Wald an. Im Jahre 1762 wurden Kolonisten aus Sachsen sowie aus anderen Gegenden herangezogen, und es entstanden die Kolonistendörfer Christiansholm mit Meggerholm und Süderholm sowie Friedrichsholm. Vor etwa 15 Jahren stieß der Gemeindevorsteher KNUTZEN in Christiansholm in seinem

Moor auf einen 2,5 m langen Stamm. Er kannte das Holz nicht, fand aber, daß es besonders fest war, und verwendete es in seinem Gehöft als Pfosten zum Befestigen von Wäscheleinen. Der Geschäftsführer des Schleswig-Holsteinischen Provinzialkomitees für Naturdenkmalpflege, Herr Dr. W. EMEIS in Rendsburg, der schon früher die Gegend bereist hatte, wurde in diesem Jahre auf jenen Pfosten aufmerksam und übersandte davon Proben an Herrn Professor BRICK in Hamburg und an mich. Wir konnten Dr. EMEIS' Vermutung bestätigen, daß es sich um Eibenholz handelt. Darauf reiste ich am 7. August d. J. nach Rendsburg und am folgenden Tage von dort in Begleitung von Dr. EMEIS nach Christiansholm, um das Vorkommen kennen zu lernen.

Christiansholm liegt auf einer flachen Sandkuppe, die im Norden, Osten und Süden vom Königsmoor umgeben wird. Nach Mitteilung des Landesgeologen Professor Dr. WOLFF, der mit den geologischen Verhältnissen der Provinz besonders vertraut ist, gehört diese ganze Gegend zum Bereich des großen Sandr, der sich bei Rendsburg an die Moränenlandschaft der jüngsten Vergletscherung anschließt. Genauere geologische Aufnahmen der Gegend von Christiansholm liegen nicht vor. Nach Aussage des intelligenten Gemeindevorstehers, der für den Gegenstand lebhafte Teilnahme zeigt, hat sich bei früheren Aufschlüssen ergeben, daß Mergel und Lehm den Untergrund bilden; auch liegt bei Christiansholm sowie in Friedrichsholm je eine Ziegelei. Es ist möglich, daß dieser Geschiebemergel der älteren Vereisung angehört und die jüngere Sanddecke hier durchragt. Wichtig ist jedenfalls, daß er in diesem ärmlichen Gebiet einen frischen, an mineralischen Nährstoffen reichen Untergrund darstellt, der das Gedeihen der Eibe begünstigt hat. Das Moor, soweit wir es in der Umgebung kennen lernten, besteht aus Torferde. Die Pflanzendecke bildet ein Caricetum, dessen Arten schwer bestimmt werden konnten, da das Gras geschnitten war. Sonst fanden sich: *Orchis latifolius, Coronaria flos cuculi, Ranunculus repens, Cardamine pratensis, Filipendula ulmaria, Sanguisorba officinalis, Lysimachia nummularia, Brunella vulgaris, Valeriana dioica, Leontodon auctumnalis* usw. Ein Anflug von Holzgewächsen war hier nicht vorhanden. An und in Gräben bemerkte ich: *Alisma plantago, Nuphar luteum, Hippuris vulgaris, Hydrocotyle vulgaris, Oenanthe fistulosa, Hottonia palustris* u. a. m. Eine Besichtigung zu früherer Jahreszeit würde im allgemeinen ein reicheres Pflanzenleben zeigen.

Die Stelle, wo vor etwa 15 Jahren der obenerwähnte Eibenstamm gefunden wurde, liegt südlich von Christiansholm, und dieses Gelände bot jetzt noch eine weitere Ausbeute. Auf einer ovalen Fläche von 15 bis 20 ha zeigten sich in verschiedener Richtung verlaufende, schmale, einige Meter lange hellere Streifen, die durch eine schwache Wölbung des Bodens und durch einen etwas geringeren Graswuchs verursacht waren. Als wir hier nachgruben, stießen wir in 25 bis 40 cm Tiefe auf einzelne wagerecht liegende Stämme. Wie Herr KNUTZEN aussagte, traten die helleren Streifen erst in diesem durch Trockenheit ausgezeichneten Sommer hervor, während in anderen, feuchteren Jahren nichts davon zu bemerken gewesen ist. Die Stämme gehörten zum größeren Teil der Eiche, zum geringeren Teil der Eibe an. Die Eichenstämme waren entrindet, das Holz war durchweg schwarz. Einzelne wiesen eine Länge von 6 bis 12 m und in 5 m Höhe einen Umfang von 2,5 m auf. Die Eibenstämme, denen gleichfalls die Rinde fehlte, waren bis 4,5 m lang. Im ganzen wurden hier sechs angetroffen, deren einer schon früher aufgefunden und dann als Steg über einen Graben gelegt worden war. Außer diesen losen Stämmen fanden sich ungefähr in derselben Tiefe noch im Boden stehende Wurzelstöcke der Eiche. Der alte Waldboden enthielt auch Mulm und einzelne lose Holzstücke verschiedener Größe von Eiche, Eibe und Erle. Früchte und Samen irgendwelcher Art fanden sich nicht vor; auch bei einem wiederholten Besuch hat Dr. EMEIS solche nicht ermitteln können.

Im Laufe der Arbeiten im Gelände erzählte der Gemeindevorsteher, daß er sich erinnere, noch an einer andern Stelle seines Besitzes ähnliche Hölzer gesehen zu haben. Diese zweite Stelle liegt etwa 500 m westnordwestlich vom Bahnhof Christiansholm. Die Bodenverhältnisse sind ähnlich den vorigen, auch finden sich wagrecht liegende Stämme sowie im Boden stehende Wurzelstöcke von Eiche und Eibe. Ähnlich wie an voriger Stelle liegt auch hier ein Eibenstamm quer über einem Graben. Ein Eibenwurzelstock steht an einem Grabenrand 30 cm unter der Oberfläche; ein anderer, der bloßgelegt wurde, hatte 2,6 m Umfang. An beiden Fundstellen war die obere Partie einiger Eichen- und Eibenstubben etwas verkohlt, und der Rand reichte teilweise bis an die Oberfläche des Moores. An der Grabenwand fanden sich wieder lose Holzstücke, darunter auch Birke, doch ist es nicht sicher, ob die Holzart gleichaltrig mit dem Eichen- und Eibenbestand oder erst später durch Anflug hinzugekommen ist.

Von rezenten Erscheinungen sind noch folgende zu erwähnen. Auf der Oberfläche eines Eibenholzes, das aus dem Boden hervorragte, fand sich *Dacryomyces abietinus* (Pers.), nach einer Bestimmung des Herrn Professor Dr. LINDAU vom Botanischen Museum. Ferner zeigten einige am Boden liegende Eibenhölzer und aus dem Boden hervorragende Holzteile auf ihrer verwitterten, etwas zermürbten Oberfläche zahlreiche feine Bohrlöcher, wie ich ähnliche früher auch an Bernsteinhölzern beobachtet habe[1]). Herr Dr. A. DAMPF vom Zoologischen Museum in Königsberg i. Pr., den ich um eine Prüfung bat, teilte mir darüber folgendes mit: „Das Ergebnis der Untersuchung war unerwartet und überraschend. Es handelt sich bei den Fraßspuren nicht um eine Sciariden- oder Coleopterenart, wie anfänglich vermutet, sondern um eine Milbenart, die in der äußersten Holzschicht unregelmäßige, aber fast immer in der Längsachse verlaufende Gänge gräbt, die mit zusammengebackenem feinsten Holzmehl ausgefüllt sind. Die Gänge sind bis über 2 cm lang, können anastomosieren und scheinen so zu entstehen, daß sich die Milbe senkrecht in das Holz hineinfrißt und dann einen Längskanal ausschachtet. Dieser erweitert sich allmählich und enthält am Ende die weiße, höchstens ¾ mm lange, gedrungene Milbe, anscheinend Jugendformen eines außerhalb der geschlossenen Gänge in Höhlungen des Holzes in wenigen Exemplaren gefundenen *Phthiracarus*. Ich habe die mit vieler Mühe aus den Gängen herauspräparierten Tiere an Dr. SELLNICK in Lötzen, unseren ostpreußischen Milbenkenner, geschickt und ihn gebeten, Ihnen den Namen mitzuteilen. Es handelt sich wahrscheinlich um etwas Neues." Herr Dr. M. SELLNICK schrieb mir nun unter dem 23. Oktober d. J.: „Die braunen Tiere waren erwachsene, die weißen Jugendformen einer Art der Gattung *Phthiracarus Perty*. Obwohl ich mich lange mit dieser Gattung beschäftigt habe, bin ich bei ihr zu keinem abschließenden Urteil gekommen. Die glatten Formen, zu denen die vorliegende Art auch gehört, sind alle so ähnlich, daß man nicht weiß, ob man 10 Arten oder 10 Varietäten einer Art machen soll. Nach den alten Bestimmungstabellen wäre es *P. dasypus* Ant. Dug. Die Fraßgänge in Holz stammen jedenfalls von dem Tier. MICHAEL hat die Oribatiden, die er 1884 und 1888 beschrieb, selbst gezüchtet und dabei beobachtet, daß sowohl Larven wie Erwachsene im Holz bohren. Gleiche Milben habe ich aus allen Teilen der Provinz Ostpreußen aus Moos, faulem Kiefernholz usw. in Menge gesammelt.“ Dr. DAMPF bemerkt dazu abschließend: „Die holzbohrende Tätigkeit geht anscheinend nur von den Larven aus, die durch die starke Chitinisierung der Kopfbrust, dazu besonders befähigt erscheinen. Das überraschende Vorkommen im eisenharten Eibenholz verliert von seiner Merkwürdigkeit, wenn man in Betracht zieht, daß die Gänge nur in der äußeren, verwitterten Schicht angelegt werden, die sich leicht mit dem Rasiermesser abtragen läßt. Die tieferen Schichten mit unverletzten Zellverbänden werden von den Larven nicht angegriffen. Versuche, auf dem Zehlaubruch in morschen Kiefern- und Birkenstämmen ähnliche Beschädigungen aufzufinden, blieben bisher erfolglos.“

---

[1]) CONWENTZ, H., Monographie der baltischen Bernsteinbäume. Mit 18 Tafeln. Danzig 1890. S. 186 f.

Alles in allem ergibt sich, daß früher das Gelände von Christiansholm aus mehreren Werdern bestand, die aus dem Moor bzw. Wasser hervorragten. Dort grünte ein Eichenbestand, in dessen frischem, feuchtem Boden die Eibe, die Erle und andere Holzarten den Unterwuchs bildeten. Dieses Vorkommen erinnert an die von mir abgebildeten Fundstellen auf dem Diekwerder bei Georgenhütte in der Oberförsterei Hammerstein sowie auf dem Kleinen und Großen Ibenwerder in der Oberförsterei Zanderbrück i. Westpr.[1]). Für die Altersbestimmung sind Anhaltspunkte kaum vorhanden, doch ist das ganze Vorkommen geologisch zweifellos sehr jung. Der Eichen- und Eibenbestand reicht wohl in die frühgeschichtliche Zeit zurück und dürfte erst in neuerer Zeit untergegangen sein. Von einem eigentlichen Waldbrand kann wohl nicht die Rede sein, da sich sonst die Stämme nicht hätten erhalten können.

Den Gemeindevorsteher fragte ich noch, ob etwa aus den ersten, 1762 errichteten Häusern in Christiansholm Bauholzreste vorhanden seien. Er erwiderte, daß er aus einer alten Räucherkammer ein Stück Holz als Latte bei einer Umzäunung verwendet habe, und daß dieses Stück anscheinend nicht Kiefernholz sei. Ich nahm eine Probe mit, deren mikroskopische Untersuchung dann ergab, daß es sich um Fichtenholz *(Picea excelsa)* handelte. Heute kommt die Fichte dort weit und breit nicht vor. Der erwähnte Befund beweist natürlich nicht, daß sie früher dort gewachsen ist, da es ebenso gut möglich ist, daß das Bauholz seinerzeit aus dem südlichen Schweden eingeführt wurde.

---

[1]) CONWENTZ, H., Die Eibe in Westpreußen, ein aussterbender Waldbaum. Mit 2 Tafeln. Danzig 1892. S. 30—34; Taf. I, Fig. 1—3.

Nachdem nun das subfossile Vorkommen der Eibe, zum Teil in größerer Menge, in Westpreußen, Posen, Schleswig-Holstein, Hannover usw. nachgewiesen worden ist, kann man wohl erwarten, daß die Holzart auch noch in der Mark Brandenburg aufgefunden werden wird.

Bericht

über die

am 8. und 9. August 1921 im Botanischen Institut und in der Technischen Hochschule zu München abgehaltene

fünfunddreißigste Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Der Präsident eröffnet um 9h 20′ die Versammlung und begrüßt die Anwesenden im Namen der Münchener Botaniker. Satzungsgemäß wird vom Präsidenten der Jahresbericht erstattet. Die Mitgliederzahl ist seit der letzten Versammlung von 639 auf 653 gestiegen. Durch die Beschränkung des Umfanges der Berichte ist die Finanzlage der Gesellschaft eine etwas bessere geworden, aber immerhin überschreiten die Kosten für jedes Mitglied noch den Jahresbeitrag. Es wäre zu wünschen, daß durch weitere „Spenderhefte“, von denen nur drei erschienen sind, eine Erweiterung des Umfanges der Berichte ermöglicht würde.

Der Schatzmeister, Herr O. APPEL, ergänzt die Ausführungen des Präsidenten durch den Hinweis darauf, daß durch die Beiträge der Mitglieder aus den Ländern mit hoher Valuta das Defizit einigermaßen gedeckt würde; er verliest den Kassenbericht [s. S. (12)] aus dem alles Nähere hervorgeht.

Der Präsident dankt dem Schatzmeister für seine Mühewaltung und erteilt ihm, da sich kein Widerspruch aus der Versammlung erhebt, Entlastung. Der Präsident verliest dann die Namen der seit der letzten Generalversammlung verstorbenen Mitglieder:

FRITZ KURTZ-Cordoba, gestorben am 23. August 1920,
ODOARDO BECCARI-Baudino, gestorben am 25. Oktober 1920,
GIUSEPPE CUBONI-Rom, gestorben am 3. November 1920,
HANS SOLEREDER-Erlangen, gestorben am 8. November 1920,

FR. RITTER v. HOEHNEL-Wien, gestorben am 11. November 1920,
ALFRED G. NATHORST-Vetenskapsakademien b. Stockholm, gestorben am 10. Januar 1921,
GEORG HIERONYMUS-Berlin, gestorben am 18. Januar 1921,
LUISE v. GRAEVENITZ-Berlin, gestorben am 21. Februar 1921,
W. G. FARLOW-Cambridge (Mass.),
CHR. GOBI-St. Petersburg,
CH. L. GATIN-Versailles,
D. T. GWYNNE-VAUGHAN-Belfast,
MANFRED MÜCKE-Erfurt, gestorben am 31. Juli 1921,
FRIEDRICH CZAPEK-Leipzig, gestorben am 31. Juli 1921.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Nunmehr gelangten die in Heft 5 abgedruckten Anträge an die Generalversammlung zur Abstimmung, nachdem der Präsident über die Meinungsäußerungen der Ausschußmitglieder kurz berichtet hatte.

Herr GEORG SCHWEINFURTH wird zum Ehrenmitgliede und Herr BOSE in Kalkutta zum korrespondierenden Mitgliede durch Zuruf gewählt. Über den Antrag, das Botan. Zentralblatt in Zukunft mit Unterstützung der D. Bot. Gesellschaft herauszugeben, entspinnt sich eine längere Diskussion, an der sich die Herren LOESENER, v. GOEBEL, FEDDE, MIEHE, KOLKWITZ, TISCHLER und HANS WINKLER beteiligen. Der Antrag wird angenommen, und das Zentralblatt erscheint bereits in seiner neuen Form.

Weitere geschäftliche Angelegenheiten werden zunächst zurückgestellt, und der Präsident erteilt Herrn REINKE das Wort zu seinem Vortrage „Über Botanische Gesetze“ [s. S. (14)]. Nach dem Vortrage berichtete Herr DIELS über die Bemühungen der Kommission für die Beschaffung der Auslandsliteratur und dann wird über die nächstjährige Generalversammlung beraten. Der Vorschlag des Herrn WINKLER-Hamburg, im nächsten Jahre nach Wien zu gehen, wird nach längerer Debatte angenommen. Inzwischen ist die Einladung in unseren Berichten veröffentlicht. Voraussichtlich werden die beiden anderen botanischen Gesellschaften nicht nach Wien gehen, so daß die Deutsche Botan. Gesellschaft nach vielen Jahren zum ersten Male wieder allein tagen wird. Vor der Mittagspause spricht dann noch Herr KNIEP-Würzburg über Geschlechtsbestimmung und Reduktionsteilung bei Basidiomyzeten und berichtet insbesondere über die Ergebnisse, die er bei Isolierung der von je einer Basidie erzeugten vier Sporen und der sexuellen Reaktion der daraus gewonnenen Myzelien erzielt hat. — Die

Arbeit ist inzwischen in den „Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg“, Bd. 47, Heft 1 (1922), erschienen.

Nach der Mittagspause führt Herr v. GOEBEL kinematographische Aufnahmen vor. Es kamen zur Darstellung u. a.: Wurzelwachstum von *Vicia Faba*, geotropische Krümmungen des Stengels von *Galeopsis*, Bewegungen von *Mimosa pudica* und *Desmodium gyrans*, Bewegungen durch Cilien bei *Euglena* und Zoosporenbildung bei *Cladophora*. Herr BURGEFF demonstriert den Apparat, die Aufnahmetechnik usw. und weist auf die Möglichkeit hin, den Kinematographen als exaktes Registrierungsinstrument für Bewegungen zu benutzen.

Herr KURT NOACK-Bonn berichtet dann über die gegenseitige Umwandlung von Anthocyanen und Flavonolen in vegetativen Organen. Mittels einer einfachen, neuen Methode konnte das Vorhandensein von Flavonolen verschiedener Glukosidstufen in den Pflanzen nachgewiesen werden. Hierbei ergab sich, daß im Gegensatz zu den bisherigen Befunden diglukosidische, rhamnosefreie Flavonole im Pflanzenreich offenbar weitverbreitet sind und daß in Blättern, die zu irgendeiner Zeit ihrer Entwickelung Anthocyan führen, jederzeit ein Flavonol von gleicher Glukosidstufe wie das betreffende Anthocyan angetroffen wird. Da nun die aglukonischen Komponenten der Anthocyane und Flavonole sich nur in der Oxydationsstufe unterscheiden, liegt es nahe, das System Anthocyan-Flavonol nach Analogie der sogen. Atmungschromogene und -pigmente als ein wichtiges Glied im Stoffwechsel zu betrachten; und zwar sind die Anthocyane und Flavonole offenbar mit dem O_2-Assimilationsprozeß verkoppelt, derart, daß bei normaler Assimilation das Gleichgewicht sehr stark nach der Seite des Flavonols, d. h. der dehydrierten Stufe, verschoben ist, während bei Hemmung der Assimilation und Lichtgegenwart eine Gleichgewichtsverschiebung nach der Seite des Anthocyans, der hydrierten Stufe, erfolgt. Beweisend hierfür ist die Rötung der Blätter im Frühjahr und Herbst, ferner die Tatsache, daß die Gesamtheit der zahlreichen und verschiedenartigen Faktoren, die eine Blattrötung bewirken, unter einem Gesichtspunkt betrachtet werden kann, wenn deren unmittelbare Wirkung als eine Hemmung der Assimilation betrachtet wird. Derartige Faktoren sind u. a.: Kälte, Zuckerzufuhr, Narkotisierung, N- oder P-Entzug. Im besonderen konnte bei der Rötung nach Zuckerzufuhr an Liliumlaubblättern experimentell festgestellt werden, daß der gebotene Zucker nicht das Ausgangsmaterial einer Anthocyansynthese darstellt, indem in frischen Blättern jederzeit eine beträchtliche Menge eines Flavonols vorhanden ist, das mit dem betreffenden Anthocyan seiner Glukosidstufe nach übereinstimmt; außerdem findet bei Blättern, die im Dunkeln mit Zucker überschwemmt werden, keine Flavonolanreicherung statt. Eine Herabsetzung der Assimilation durch CO_2-Entzug bewirkte im Licht ebenfalls eine Rötung der Blätter.

Außer den eben angeführten Umwandlungen erleiden die glukosidischen Anthocyane und Flavonole in der Pflanze tiefere Veränderungen, die auf einer fermentativen Zuckerabspaltung beruhen. Das hierfür geeignete Agens ist nicht das Emulsin, sondern das als Tannase bezeichnete Fermentgemisch, das eine größere Anzahl von glukosidischen Anthocyanen und auch Flavonolen glatt aufzuspalten vermag. Auch hieraus ergibt sich die nahe Verwandtschaft der Anthocyan-Flavonolgruppe mit den Phloroglucingerbstoffen. (Ausführliche Arbeit in Zeitschr. f. Botanik, 14; 1922, S. 1.)

Hierauf hält Herr WOLLENWEBER-Berlin seinen Vortrag: „Zur Systematisierung der Strahlenpilze“ [s. S. (26)] und Herr ENGLER legt 2 neue Bände der „Vegetation der Erde“ (herausgegeben von A. ENGLER und O. DRUDE) vor: 1. Die Pflanzenwelt Afrikas von A. ENGLER, III. Bd. 2. Heft, Charakterpflanzen Afrikas. 2. Die dikotyledonen Angiospermen, Euphorbiaceen (bearbeitet von F. PAX), Sapindales-Umbelliflorae und The Vegetation of New Zeeland von L. COCKAYNE.

Damit war die Tagesordnung für Montag erschöpft. Da aber noch eine Reihe von Vorträgen angemeldet war, mußte die Sitzung auf Dienstag vertagt werden.

Um 9^h 20′ eröffnet der Präsident die Sitzung und erteilt Herrn HEINRICHER-Innsbruck das Wort zu seinem Vortrage „Über das Absorptionssystem von *Arceuthobium oxycedri* (D. C.) M. BIEB.“ [S. S. (20)].

Nach diesem Vortrage schneidet Herr FITTING die Frage des Buitenzorg-Stipendiums an. Herr v. FABER, der sich gegenwärtig in Europa aufhält, bedauert außerordentlich, daß die deutschen Forscher nicht mehr nach Buitenzorg kommen können und spricht die Hoffnung aus, daß die Dampferlinien nach Australien vielleicht ihre Fahrpreise ermäßigen würden; die Reisen auf Java selbst könnten kostenlos gemacht werden. Herr v. GOEBEL weist auf die Entstehung des Stipendiums hin und schlägt vor, daß sich der Vorstand unserer Gesellschaft an das Kartell der Akademien wenden solle, damit sich diese das Vorschlagsrecht sichern. Allerdings dürfe man sich keinen Illusionen hingeben. Auf Vorschlag des Herrn DRUDE soll alle zwei Jahre versucht werden, ein

Stipendium zu erwirken. Die Versammlung erklärt sich mit den Vorschlägen einverstanden.

Nun berichtet Herr H. DINGLER über blattbiologische Beobachtungen und Versuche, welche er nach mehrjähriger Unterbrechung seit 1915 angestellt hat, besonders an Ulmen und einer großblätterigen Linde. Es wurde früher schon Beobachtetes bestätigt und manches Neue beobachtet. Eine im Juni 1918 erstmals ausgeführte und im Juli 1919 wiederholte partielle Schneidelung der ca. 36jährigen Linde, welche beidemal den gleichen Teil der Krone (etwa $^{11}/_{12}$) betraf, während 2 Äste (beidemal die gleichen) geschont wurden, ergab folgendes: Das Laub der geschonten Äste verhielt sich normal, wie das einer Anzahl Linden der gleichen Art in einer benachbarten Allee. Die wenigen Blätter der Stümpfe der gekappten Frühjahrssprosse vertrockneten unter dem Einfluß der sich aus ihren Knospen entwickelnden Sommersprosse rasch und fielen früh ab. Die paar Blätter der in kleiner Zahl am geschneidelten Teil der Krone geschonten sehr schwachen Frühlingssprosse vergilbten und vertrockneten nach der Altersfolge und fielen wesentlich früher ab als die Frühlingsblätter der beiden geschonten Äste.

Die nach der Schneidelung entstandenen sommerlichen „Neublätter“ überlebten alle frühjährlichen „Altblätter“ hellgrün und gesund, bis sie im Spätherbst von den Frösten getötet wurden. So verschieden sie an Größe, Gestalt und Konsistenz waren, so zeigten sie dennoch keinen Unterschied in ihrer Widerstandsfähigkeit.

Die Schneidelungen verursachten eine Verschiebung der Vegetationsperiode der Neusproßknospen des geschneidelten Kronenteils im nächstfolgenden Jahre gegenüber den Knospen der geschonten Äste. Im Jahre 1919 trat ansehnliche Verspätung ihres frühjährlichen Aufbruches ein. Nach der zweiten Schneidelung (1919) nahm 1920 der Zeitunterschied noch zu. Nachdem 1920 nicht geschneidelt worden war, nahm er 1921 bedeutend ab, erhielt sich aber immer noch sehr deutlich.

Der Vortragende wies darauf hin, daß er bereits 1902 den Einfluß der jüngeren Blätter der Sprosse auf deren ältere durch Versuche an Weiden und Pappeln festgestellt hat, was in neuerer Zeit vergessen worden zu sein scheint.

Von Herrn SIERP-Tübingen wird über Versuche berichtet, welche die rein physikalischen Grundlagen des Transpirationsvorganges klären sollen. Der zum Studium dieses konstruierte Transpirationsapparat gestattete die Luftbewegung, Temperatur und

Feuchtigkeit beliebig zu variieren, aber während eines Versuches konstant zu halten. Die Gesetzmäßigkeiten freier evaporierender Wasserflächen und solcher mit multiperforaten Membranen konnten exakt erfaßt und z. T. formelmäßig festgelegt werden. Schließlich wird gezeigt, wie der Einfluß der Blatt- und Baumgestalt, die bei Transpiration in ruhiger Luft stark ins Gewicht fällt, bei bewegter Luft weniger groß ist.

Sodann gab Herr SCHROEDER-Kiel eine gedrängte Übersicht über seine „Untersuchungen über den Kohlenhydratstoffwechsel assimilierender Zellen“. Nachdem der allgemeine Rahmen, in dem sich die Arbeiten bewegen, umzogen war, besprach Professor SCHROEDER Versuche über Stärkebildung in partiell belichteten Zellen (*Zygnema*- und *Spirogyra*-Arten) und die aus diesen zu ziehenden Schlüsse, ferner ergänzende Untersuchungen, namentlich solche, durch die nachgewiesen werden sollte, daß die auftretende Stärke wirklich aus Kohlensäure erzeugt sei. Denn es hatte sich gezeigt, das irgendwelche Maßnahmen zur CO_2-Versorgung selbst bei äußerst geringen zur Verfügung gestellten Wassermengen nicht notwendig waren. Aus diesen anschließenden Versuchen ging hervor, daß erkennbare Entbindung von Sauerstoff (Nachweis: Hämoglobin, Objekt hier *Fontinalis*) stets der Bildung nachweisbarer Stärkemengen vorausging und daß in ganzer Ausdehnung belichtete *Zygnema*fäden wohl in ausgekochtem Wasser, nicht aber in gesättigter Magnesialösung Stärke erzeugten. Man darf daraus schließen, daß der Algenoberfläche insbesondere bei Gegenwart von Schleimüberzügen anhaftende Mikroorganismen bei der Kohlensäureversorgung der Algenzellen, wohl auch unter natürlichen Bedingungen, eine Rolle spielen. Im zweiten Teil des Vortrages, der wegen Zeitmangels stark gekürzt werden mußte, wurden gemeinsam mit Frl. HORN ausgeführte makrochemische Untersuchungen behandelt. Ihr bis jetzt wichtigstes Resultat war, daß in abgeschnittenen *Tropaeolum*blättern beim Welken die Stärke unter Umständen bis zum völligen Verschwinden abnimmt (LUNDEGARDH, NEGER) und der Rohrzuckergehalt steigt. Während für die Stärke bisher eine Umkehr nicht beobachtet werden konnte, zeigte der Rohrzucker eine Abnahme beim Steigen des Wassergehaltes. Die Schwankungen des Rohrzuckergehaltes waren unabhängig von Mengenänderungen der vorhandenen Hexosen, die gleichsinnig oder gegensinnig verlaufen konnten. Es läßt sich aus diesen Ergebnissen folgern, daß das gegenseitige Mengenverhältnis der Kohlenhydrate im abgeschnittenen und, wie weitere Versuche und Erwägungen wahrscheinlich machen, auch in dem an der Pflanze befindlichen Blatt unter anderem abhängt von dem Wassergehalt. Diese Erkenntnis ist für die Deutung älterer Versuche bedeutsam und bei künftigen zu berücksichtigen. Sie erlaubt ferner Ausblicke auf die Rolle des Rohrzuckers und auf andere zum Teil kontroverse Fragen (erster bei der Assimilation auftretender Zucker, Zucker- und Stärkeblätter und anderes). Die noch nicht abgeschlossenen sondern weiterzuführenden Untersuchungen werden an anderen Stellen veröffentlicht werden.

Als nächster Vortragender sprach Herr GLÜCK-Heidelberg, unter Vorlegung eines großen Demonstrationsmaterials, über die

Vielgestaltigkeit der weißen Seerose.

Abgesehen von denjenigen Formen, welche durch die jeweilige Wasserzufuhr, Lichtzufuhr etc. bedingt sind, besitzt mit Rücksicht auf die Fruktifikationsorgane die weiße Seerose unseres Kontinents einen sehr großen Formenkreis. Die Zahl der aufgestellten Formen beträgt ca. 40; die von manchen Botanikern in 1 Spezies zusammengefaßt werden, von anderen auf 2—4 Arten verteilt werden.

Die aus vielen Beobachtungen resultierenden Ergebnisse lassen auf 2 gute Arten schließen:

1. *Nymphaea alba* L.

Kelchblätter 4, Kronblätter (14) 19—25 (selten 32). Filamente lineal, so breit oder breiter als die Anthere. Pollen mit großen und unregelmäßigen Stacheln besetzt. Narbenscheibe flach, seltener trichterig vertieft, in den allermeisten Fällen rein gelb; selten schwach violett, aber niemals rot oder purpurn. Narbenzähne 9—23, an kleinen Blüten 9—13. In der Regel sind die Zähne vorne breit abgerundet. „Zentralkegel“ halbkugelig bis eiförmig, (1) 2—4 (4,5) mm lang und 0,7—3 (3,5) mm dick. Frucht kugelig, seltener birnenförmig. Samen oval, 2—3,5 mm lang und 1 bis 2,3 mm dick.

In Schweden findet sich an einer sehr beschränkten Lokalität eine rotblühende Rasse, die vielfach in Kultur sich befindet.

Die zwei Hauptnerven der zwei basalen Blattlappen sollen sich in ihrer Verlängerung stets schneiden.

N. alba ist im Vergleich zu *N. candida* eine mehr wärmeliebende Pflanze, die sich von Zentral- und West-Europa bis nach Nord-Afrika und in den Orient erstreckt.

2. *Nymphaea candida* Presl.

Kelchblätter 4, Kronblätter 16—22 (selten 25); Filamente in der mittleren Region elliptisch verbreitert und stets breiter als die

Anthere. Pollenkorn kugelig, nur sehr fein granuliert. Narbenscheibe trichterig vertieft, selten flach. Narbenscheibe bald gelb, bald violett, bald dunkelpurpurn und viele Nuancierungen zwischen diesen Farben zeigend. Frucht eiförmig, selten kugelig. Samen oval, 3—5 mm lang und 1,5—2,5 mm dick.

Durch Prof. SERNANDER ist auch für *N. candida* vor kurzem eine rotblühende Rasse beschrieben worden. An vielen Standorten bleiben bei *N. candida* die Blüten nur halb geöffnet.

Die zwei Hauptnerven der zwei basalen Lappen sollen sich in der Verlängerung nicht schneiden.

N. candida ist im Vergleich zu *N. alba* eine mehr kälteliebende Pflanze, die sich von Zentral- und Ost-Europa bis in die arktische Zone erstreckt.

Die extremen Formen von *N. alba* und *candida* sind leicht zu unterscheiden. Doch gibt es viele Formen, welche bei *alba* in manchen Punkten die Charaktere der *candida* annehmen und umgekehrt. In der Tat zeigt die Beobachtung, daß fast alle für *alba* angegebenen Merkmale sporadisch auch bei *candida* auftreten können und umgekehrt.

Man könnte da an eine Bastardbildung glauben; doch ist das sehr unwahrscheinlich; unter etwa 100 Standorten der weißen Seerose sind mir bis jetzt nur 3 bekannt, an denen *alba* und *candida* nebeneinander vorkamen. Es ist somit auch recht unwahrscheinlich, daß die abweichenden Formen bei *alba* und *candida* hybriden Charakter besitzen; obgleich schon früher R. CASPARY gezeigt hat, daß die beiden Arten sich leicht künstlich bastardieren lassen. Ich möchte daher eine andere Theorie vertreten, welche die schwankenden Charaktere der *N. alba* und *N. candida* zu erklären vermag. Die weiße Seerose scheint mir heute noch einen großen Formenkreis darzustellen, der noch im Stadium der phylogenetischen Entwickelung sich befindet und aus dem sich zunächst zwei Spezies herauszubilden suchen.

Hinsichtlich des Alters der weißen Seerose muß ich die Auffassung vertreten, daß die europäische *Nymphaea* ein Relikt der warmen Tertiärzeit ist. Zur Tertiärzeit lebten wahrscheinlich 5—8 Arten in Europa. Außerdem aber sind noch andere Nymphaeaceen in dem europäischen Tertiär vertreten, so *Euryale, Nelumbo, Cabomba, Brasenia,* die heute neben der Majorität aller bekannten *Nymphaea*-Arten nur den subtropischen und tropischen Gegenden unserer Erde angehören.

Als letzter spricht Herr PRINGSHEIM-Berlin über seine Kulturversuche mit Moosen, insbesondere *Leptobryum piriforme.* Die

Bulbillen dieser Art ertragen eine Erhitzung, so daß das dadurch von den meisten Mikroorganismen befreite Material nach dem Auskeimen auf Agar in absoluter Reinkultur gewonnen werden konnte. Das Protonema bildete in Nährlösung innerhalb der Flüssigkeit Bulbillen und beblätterte Sprosse. Die Bedingungen hierfür wurden durch Variation der Kulturflüssigkeit näher bestimmt. Von organischen Nährstoffen wirkten nur Zucker und besonders Erdeauszug merklich fördernd. Kultur im Dunkeln gelang nicht. Je nachdem ob die Züchtung in Nährlösung, auf feuchtem Fließpapier oder auf Agar vorgenommen wurde, waren die Ergebnisse verschieden. Geschlechtsorgane traten nicht auf, so daß die näher zu prüfende Annahme nahe lag, daß die bulbillentragende Form apogam ist. Die Bulbillen sind vorzüglich geeignet, ungünstige Zeiten zu überdauern, da sie gegen Austrocknung, Hitze und schädliche Substanzen erheblich widerstandsfähiger sind als die übrigen Teile des Mooses. Ihr morphologischer Aufbau ist ziemlich starr festgelegt, doch konnten unter gewissen Umständen Verbildungen, insbesondere Durchwachsungen beobachtet werden. Die ausführliche Arbeit ist in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik erschienen.

Außerdem zeigte Herr PRINGSHEIM Präparate der von SIMONS entdeckten farblosen Oscillatorie aus dem Darm des Meerschweinchens, die zu züchten ihm leider bisher nicht gelungen ist.

Um $12^h\,30'$ schloß der Präsident die Versammlung mit einem Dank an die Vortragenden. Herr ENGLER dankte dem Präsidenten und den andern Münchener Herren, die sich um das Zustandekommen der Tagung bemüht haben.

In die Teilnehmerliste hatten sich folgende Mitglieder eingetragen:

O. APPEL-Berlin.
F. BACHMANN-Bonn.
R. BAUCH-Weihenstephan.
W. BENECKE-Münster.
C. BRICK-Hamburg.
J. BUCHWALD-Berlin.
J. BUDER Leipzig.
P. CLAUSSEN-Erlangen.
R. COLLANDER-Helsingfors.
L. DIELS-Berlin.
H. DINGLER-Aschaffenburg.
A. DULTZ-München.
G. DUNZINGER-München.
F. DUYSEN-Berlin.
A. ENGLER-Berlin.
E. ESENBECK-München.
P. ESSER-Köln.
F. C. von FABER-Buitenzorg.
H. FISCHER-Essen a. R.
H. FITTING-Bonn.
G. FUNK-Gießen.
H. GAMS-München.
G. GASSNER-Braunschweig.
O. GERTZ-Lund.

K. GIESENHAGEN-München.
E. GILG-Berlin.
W. GLEISBERG-Proskau.
H. GLÜCK-Heidelberg.
K. v. GOEBEL-München.
H. v. GUTTENBERG-Berlin.
H. HARDER-Würzburg.
R. HARDER-Würzburg.
H. HARMS-Berlin.
G. HEGI-München.
E. HEINRICHER-Innsbruck.
W. HERTER-Berlin.
H. HERZFELDER-München.
E. HILTNER-München.
M. HIRMER-München.
O. JAAP-Hamburg.
E. JAHN-Hann.-Münden.
H. JENSEN-Hellerup.
L. JOST-Heidelberg.
G. KARSTEN-Halle a. S.
L. KIESSLING-München.
O. v. KIRCHNER-München.
H. KNIEP-Würzburg.
M. KOERNICKE-Bonn.
R. KOLKWITZ-Berlin.
W. KOTTE-Berlin.
W. KUPPER-München.
G. LAKON-Hohenheim.
P. LINDNER-Berlin.
B. LÖFFLER-Tharandt i. S.
TH. LOESENER-Berlin.
W. MAGNUS-Berlin.
J. MATTFELD-Berlin.
F. MERKENSCHLAGER - Weihenstephan.
H. MIEHE-Berlin.
K. MILDBRAED-Berlin.
K. MÜLLER-Freiburg i. B.
E. MÜNCH-Tharandt i. S.
A. NAUMANN-Dresden.
K. NOACK-Bonn.
K. NOACK-Tübingen.
R. NORDHAGEN-Kristiania.
F. OEHLKERS-Weihenstephan.
F. OLTMANNS-Freiburg i. B.
C. OSTERWALD-Berlin.
H. PABISCH-Wien.
E. G. PRINGSHEIM-Berlin.
E. PRITZEL-Berlin.
L. RADLKOFER-München.
W. RASCH-Frankfurt a. M.
F. RAWITSCHER-Freiburg i. B.
H. ROSS-München.
F. ROTH-Aachen.
R. SCHANDER-Landsberg a. W.
O. SCHLUMBERGER-Berlin.
K. v. SCHOENAU-München.
H. SCHROEDER-Kiel.
R. SEELIGER-Naumburg a. S.
H. SIERP-Tübingen.
H. J. SIMON-Dresden.
S. SIMON-Göttingen.
K. SNELL-Berlin.
P. STARK-Leipzig.
K. STEYER-Lübeck.
R. STOPPEL-Hamburg.
K. SUESSENGUTH-München.
F. TESSENDORF-Berlin.
E. TIEGS-Berlin.
G. TISCHLER-Hohenheim.
C. v. TUBEUF-München.
A. VOIGT-Hamburg.
W. WÄCHTER-Berlin.
E. WERDERMANN-Berlin.
F. v. WETTSTEIN-Berlin.
H. WINKLER Hamburg.
WISSMANN-Geisenheim.
A. WITTUM-Pforzheim.
H. W. WOLLENWEBER-Berlin.
H. ZIEGENSPECK-Augsburg.
C. ZOLLIKOFER-Zürich.

Als Gäste hatten sich eingezeichnet die Damen und Herren: R. ARNDT, BAUER, BERNBECK, ELISABETH BOLTE, BRÜNING, CANTINKA, DOPOSCHEG, ELSSMANN, FILLA, A. FISCHER-Schweinfurth, E. FRENKEL, K. FREUDENBERG, IVAR GADD-Lund, ELISABETH von GAISBERG, GENTNER, Frau GILG, HILTNER, JOH. HUBER, N. KARSTEN, G. KNIEP, F. KRÜGER-Bernburg, N. MALTEN, MARKGRAF, MARZELL, MÜLLER, NICHTERLEIN, R. REGEL-Dorpat, REIMERS, RUPPRECHT-Hamburg, SCHWARTZ, H. SCHWARZ, M. SUESSENGUTH, Ad. TOEPFER, KARL TROLL, VAUPEL, JOS. WASSERMANN, C. WEBER, WEHNERT-Kiel, ZATTLER, ZIMMERMANN.

Eine große Zahl der Versammlungsteilnehmer nahm nach Schluß der Sitzungen der drei botanischen Vereinigungen an den verschiedenen längeren oder kürzeren Exkursionen und Besichtigungen teil, und daß auch der gesellige Teil während der Sitzungstage nicht zu kurz kam, bedarf bei einer in München stattfindenden Tagung wohl keiner besonderen Erwähnung.

K. v. GOEBEL,
als Präsident.

W. WÄCHTER,
als Schriftführer.

Anlage.

Rechnungsablage für das Jahr 1920.

	M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1920	533	44		
Einnahmen:				
Mitgliederbeiträge.				
(Zu zahlen sind für 1920:				
530 Mitglieder je 30 M. . . . . . . = 15 900 M.				
davon vorausbezahlt . . 344,45 M.				
1920 bezahlt . . . . . 15 555,55 „ 15 900 „ [w.v.])				
Gezahlt wurden 1920:				
für 1920: a) Beiträge . . . 15 555,55 M.				
b) Mehrzahlungen 15 840,97 „				
c) Sonstiges . . 140,— „				
„ frühere Jahre . . . 12 523,— „				
„ spätere Jahre . . . 245,— „ 44 304,52 M.				
Zinsen aus dem Depot und Kontokorrent . . . . 432,15 „				
Gewinnanteil an Band XXXVIII . . . 795,60 „	45 532	27	46 065	71
Ausgaben:				
Band XXXVIII der Berichte, 539 Stück	29 492	55		
Vordrucke und andere Drucksachen	3 455	—		
Honorare	3 652	50		
Ehrungen	80	—		
Porto:				
für Schriftwechsel . . . . 1 005,57 M.				
für Versendung der Berichte usw. . . 4 706,20 „	5 711	77		
Sonstiges	871	60	43 263	42
Vermögen am 31. Dezember 1920			2 802	29

Es haben betragen:

die Einnahmen aus den Beiträgen . . 44 304,52 M.
die Ausgaben . . . . 43 268,42 „
so daß die Einnahmen um . . . . . . 1 041,10 M.
höher sind als die Ausgaben.

Bei 530 zahlenden Mitgliedern entfallen auf jedes Mitglied 83,59 M. Einnahmen und 81,65 M. Ausgaben.

Voranschlag für 1921.

		M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1921		2 802	29		
Einnahmen:					
Beiträge (540 je 40 M.)	21 600,— M.				
Mehrzahlungen	20 000,— „				
Zinsen	1 000,— „				
Gewinnanteil	750.— „	43 350	—	46 152	29
Ausgaben:					
Berichte		23 000	—		
Vordrucke und andere Drucksachen		5 000	—		
Honorare		3 500	—		
Ehrungen		150	—		
Porti		10 000	—		
Sonstiges		1 502	29	43 152	29
Vermögen am 31. Dezember 1921				3 000	—

Die **Stiftung für das Köhlreuter-Denkmal** betrug am 1. Januar 1920 . . . . . . 757,— M.,
sie ist im Laufe des Jahres durch Zinsenzuwachs auf . . . . 777,— M. gestiegen.

Berlin-Dahlem, den 25. Juni 1921.

Der Schatzmeister: O. APPEL.

Geprüft und richtig befunden

Berlin-Dahlem, den 25. Juni 1921.

TH. LOESENER. H. HARMS.

Mitteilungen.

(I.) J. Reinke: Über Botanische Gesetze[1]).

Es ist Aufgabe der Wissenschaft, die Gesetze zu finden, die für der Erscheinungen Flucht das geistige Band bilden. Allem zufälligen und willkürlichen Geschehen stellt der Naturforscher das gesetzmäßige gegenüber. KANT sagte: „Der Verstand ist jederzeit geschäftig, die Erscheinungen in der Absicht durchzuspähen, um an ihnen irgend eine Regel aufzufinden. Regeln, sofern sie objektiv sind (mithin der Erkenntnis des Gegenstandes notwendig anhängen), heißen Gesetze“.

Wir Botaniker haben längst einen Unterschied gemacht zwischen Gesetzen, die ausnahmslos gelten, und Regeln, die Ausnahmen zulassen. Neuerdings hat der Physiker PLANCK zwischen dynamischen und statistischen Gesetzen unterschieden, was auf das gleiche hinauskommt: die statistischen Gesetze sind eben nur Regeln, wie sie uns z. B. aus den GALTONschen Kurven vertraut sind, die dynamischen Gesetze dagegen sollen unverbrüchlich sein.

Ein Naturgesetz hat nur Sinn für den denkenden Verstand, weil es ein umfassender, durch Abstraktion gewonnener Begriff ist. Die Natur richtet sich nicht nach den von uns in der Studierstube festgestellten Gesetzen, sondern die Gesetze richten sich nach den Vorgängen in der Natur. In jedem Gesetz zeigt sich uns eine funktionale Abhängigkeit zwischen zwei Dingen, eine Beziehung, die als Ergebnis unserer geistigen Analyse zu verstehen ist. Das Gesetz als abstrakter Begriff kann darum nie etwas bewirken oder hervorbringen. Weil es Begriff, weil es Abstraktion ist, wäre ein Naturgesetz ohne Beteiligung des menschlichen Verstandes ein Unding.

Um so wichtiger ist es, einzugehen auf die Beziehungen zwischen dem Begriff Gesetz und den Begriffen Kraft und Energie.

---

1) Diese Mitteilung ist der Auszug eines auf der Generalversammlung der D. B. G. 1921 gehaltenen Vortrags. Der ganze Vortrag erschien inzwischen bei JOH. AMBR. BARTH in Leipzig unter dem Titel: „Biologische Gesetze in ihren Beziehungen zur allgemeinen Gesetzlichkeit der Natur“.

Unter Kraft verstehen wir alles Wirksame, alles Wirkende in der Natur. Die Zeit liegt nicht lange zurück, da die Physiker den Kraftbegriff möglichst zu verbannen suchten und nur von den Beziehungen einer Bewegung zu einer anderen sprachen. Heute ist es umgekehrt; heute tritt mehr denn je in der Physik der Begriff der Kraft in den Vordergrund. Wir dürfen die Kraft auffassen als das reale Gegenstück zum abstrakten Gesetz. Durch den Kraftbegriff wird der gesetzmäßige Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung anschaulich bezeichnet. Kraft und Gesetz bedeuten zwei Seiten einer Sache. Den Gesetzen als solchen kann niemals Wirkung zugeschrieben werden, sondern nur ihrem Träger, der Kraft. HELMHOLTZ definierte so: „Das Gesetz, als objektive Macht anerkannt, nennen wir Kraft.“ Wirklichkeit kommt von Wirken; damit ist die Wirklichkeit dynamisch begründet. In alles Geschehen hinein, in die Kräfte verschiedener Art spielt die Energie, d. h. die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten.

Die Physiker teilen gegenwärtig ihr Gesamtgebiet ein in die großen Provinzen der Mechanik, der Thermodynamik, der Elektrodynamik mit Einschluß der Chemie; eine Verschmelzung dieser Gebiete soll untunlich sein. Ich möchte als ein viertes die Biodynamik hinzufügen, sofern namentlich die physikalische Seite der Botanik und Zoologie in Betracht kommt; doch auch das Gestaltungsvermögen der Pflanzen und Tiere ist in ihr zu berücksichtigen. Eine physikalische Seite besitzt die Biologie unbestreitbar, weil auch in den Organismen die Kräfte und Gesetze der leblosen Welt wirksam und gültig sind.

Das gesetzmäßige Geschehen in der Natur schließt den Zufall nicht aus. Ich möchte an der Meinung festhalten, daß jeder Zufall das Kausalprinzip voraussetzt. Der Zufall entsteht durch Kreuzung zweier Kausalketten. Es ist Zufall, unter welchen Bedingungen ein Naturgesetz sich geltend macht. Auch der Zufall hat seine Gesetze, doch dies sind statistische Gesetze; sie sind Gegenstand der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Wahrscheinlich ist, was einer großen Zahl von Erfahrungen entspricht. Hinter allen Regeln steht aber vielleicht dennoch ein dynamisches Gesetz von unverbrüchlicher Geltung. —

Seitdem die Physik Hoffnung und Tendenz hat fallen lassen, alle Erscheinungen ihres Gebiets auf Mechanik zurückzuführen, seitdem Thermodynamik und Elektrodynamik als qualitativ verschiedene Erscheinungsfelder neben der Mechanik stehen, ist die Utopie eines mechanistischen Weltbildes zerronnen. Damit zeigt sich auch das alte Dilemma der Biologie: Mechanismus oder Vitalismus? in neuem Lichte, nämlich als Ergebnis einer irrtümlichen Fragestellung. Das Lebendige ist qualitativ vom Leblosen verschieden; das ist keineswegs anstößig für den physikalischen Gesichtspunkt, der uns bei dieser Untersuchung leiten soll, weil schon die Elektrodynamik von der Mechanik qualitativ verschieden ist. Das qualitativ Mannigfaltige in der Natur läßt sich zwar nicht durch quantitative Analyse beseitigen; denn es gibt keinen Generalnenner für die konkreten Verschiedenheiten der Erscheinungswelt. Dennoch werden wir auch in der Biologie stets ein wichtiges Ziel im Messen und Zählen anerkennen, und gerade die Physik leitet uns hin auf eine quantitative Betrachtungsweise.

Da bis jetzt kein einziger Lebensvorgang in den Pflanzen und Tieren restlos physiko-chemisch aufgeklärt ist, erscheint es ein aussichtsloses Unterfangen, in der Botanik und in der Biologie überhaupt nach einer rein physikalischen Schablone zu urteilen. Gewiß gelingt uns der Nachweis physikalischer bzw. chemischer Prozesse der verschiedensten Art in der Pflanze und im Ablauf des tierischen Lebens; häufig sind wir aber auch genötigt, bei bloßen Analogien stehen zu bleiben. Beides darf man nicht verwechseln. Auch das lebendige System einer Pflanze, eines Tieres ist ein materielles System; doch der Organismus ist kein Durcheinander physikalischen und chemischen Geschehens, sondern er bedeutet ein eigenartig geordnetes materielles System auf jeder Stufe seines Werdens, und die Pflanze entwickelt ihre morphotische, chemische, energetische Ordnung zwar automatisch, doch gesetzmäßig, gleichsam planmäßig. Es bildet sogar ein pflanzliches Einzelwesen mit der ganzen verzweigten Kette der Vorfahren in gewissem Sinne ein einziges materielles System, das in der Fortpflanzung sich nur zerteilt, wie auch die Zelle sich teilt. Dynamische Gesetze müssen schon die ältesten Organismen beherrscht haben; sie können sich historisch so wenig entwickelt haben, wie die Fallgesetze. „Wir haben keinen Grund,“ sagt GOEBEL, „anzunehmen, daß die Gesetze, nach denen die pflanzliche Gestaltung sich vollzieht, jemals andere waren, als bei den lebenden Pflanzenformen.“

Die biologischen Gesetze haben einerseits die Verwendung der Energie im Lebenshaushalt der Organismen zum Gegenstande, andererseits die Bildung der Gestalt. Die Elementarprozesse und Elementarmechanismen sind im Organismus durch ein unsichtbares Band zu einer komplizierten Einheit verknüpft; kein Baustein dieser Einheit darf aber fehlen. So herrscht in der Gesamtpflanze organische Einheit, und eine geordnete Ganzheit überlagert die organischen Einheiten aller Zellenarten und Gewebe. Wie eine große Pflanze Schritt für Schritt aus der Keimzelle und den aus deren Teilungen entstehenden Zellen sich entwickelt, so wird dieser Entwicklungsgang nicht weniger durch die fertige Gestalt bestimmt. Dies ist das Entwicklungsgesetz in seiner weitesten Fassung. Pollenkorn, Spermie, Ei, Bastfasern, Leitbündel usw. sind durch die Ganzheit, deren Teile sie bilden, nach Gestalt, Struktur und Verrichtung bestimmt. Dies Gesetz der Ganzheit, das sich bei Störungen und Verletzungen in automatischer Wiederherstellung der Norm äußern kann, und wonach die Teile dem geschlossenen Ganzen angepaßt sind, ist ein fundamentales.

Dynamisch gesetzlich ist neben der Selbstbildung mit Einschluß der Reparation die autonome Betriebsleitung der Pflanze, wie sie in Dissimilation und Assimilation sich kundgibt. Dann das Gesetz der Geburt, das zuerst WIGAND in die Worte kleidete: Omne vivum ex vivo! Halten wir uns an die Erfahrung, so ist es zweifellos ein dynamisches Gesetz; spekulieren wir dagegen über Urzeugung, so würde es zum statistischen Gesetz, zur Regel herabsinken. Auch das Gesetz des Strebens zur Erhaltung der Form, das uns in der Vererbung entgegentritt, kann man perspektivisch als ein dynamisches gelten lassen, während es im einzelnen, in den Merkmalen der Pflanzen und Tiere, nur statistische Bedeutung hat.

Die Formwandlungen gehen mit Anpassungen Hand in Hand und stellen sich ein auf notwendige Lebensbedürfnisse der Pflanze. Ohne fortwährende aktive Anpassung wächst keine Zelle im Organismus der Pflanze; die ganze Ontogonie ist eine Kette von Anpassungen. Im engen Zusammenhang damit steht GOEBELs Prinzip der ökologischen Ausnutzung, der Verwertung von Gebilden, die durch einen unbekannten Ursachenkomplex entstanden sind.

Auf die Beziehungen des Pflanzenlebens und des Tierlebens zum ersten und zweiten Hauptsatze der Energetik braucht hier nicht eingegangen zu werden; sie sind genugsam bekannt, schon ROBERT MAYER hat das Erhaltungsgesetz in den Lebensvorgängen nachgewiesen. Dagegen dürfte eine Betrachtung darüber nicht ohne Belang sein, welche Bedeutung das Gesetz der kleinsten Wirkung für die Biologie besitzt. Dies Gesetz trägt auch den Finalbeziehungen Rechnung, weil eine Tatsache auch von einer gleichzeitigen oder zukünftigen funktional abhängig sein kann. So ist die Beschaffenheit des Pollens nicht nur funktional bedingt durch die Pollenmutterzellen, sondern auch durch die Aufgaben der Bestäubung; die halbe Chromosomenzahl im Spermakern durch die Beschaffenheit der Eizelle. Das Gesetz der kleinsten Wirkung bezeichnet die gleichsam künstlerische Tendenz der Natur, möglichst viel durch die einfachsten Mittel zu erreichen, Wirkungen durch den geringsten Aufwand von Arbeit und Material und auf dem kürzesten Wege zu erzielen.

Durchwandern wir offenen Auges das Gebiet der Botanik, so begegnet uns das Gesetz der kleinsten Wirkung auf Schritt und Tritt. Nur ganz wenig Beispiele seien hier aufgezählt: Das Prinzip der Materialersparnis im mechanischen System der Laubsprosse; das Prinzip der Ableitung der Assimilate auf kürzestem Wege; das Prinzip der kleinsten Raumgrößen in den sichtbaren Chromosomen und den unsichtbaren Genen; die Entwicklung des Keims einer Pflanze von der Eizelle aus auf geradester Bahn. Vermutlich entspricht auch die Wirksamkeit der Enzyme diesem Gesetz. Nach den neuesten Untersuchungen über den Aufbau der Stärke in Pflanzenzellen[1]) hat es den Anschein, daß die Bildung der Stärke aus Zucker und ihre Rückbildung in Zucker mit einem Minimum der Belastung des Energieumsatzes in der Pflanze sich vollzieht, da diese Vorgänge unter verhältnismäßig geringer Wärmetönung verlaufen. Weil die Stärke rasch gebildet und unter Umständen ebenso rasch wieder in Zucker zurückgeführt werden muß, kommt es darauf an, daß die hierzu erforderlichen Reaktionen eines möglichst geringen Energieumsatzes benötigen.

Wenn das Gesetz der kleinsten Wirkung besagt, daß im Naturgeschehen alles mit den relativ geringsten Mitteln erreicht wird, so kommt für die Botanik doch auch die ungeheure Verschwendung an Spermien und an Samenkörnern in Betracht. Ich glaube nicht, daß sie als ein Widerspruch zum Gesetz zu deuten ist; auf das Wort relativ meines vorigen Satzes kommt es an. Zweckmäßig ist sowohl die Ersparung von Kraft als das Einsetzen einer verschwenderischen Fülle von Kraft, wo dies not tut.

Ich habe soeben über ein sehr altes Naturgesetz gesprochen; nunmehr möchte ich zu der Frage übergehen, ob nicht auch die neueste große Errungenschaft der Physik, die Quantentheorie, fortan in der Pflanzenphysiologie und in der Biologie überhaupt zu berücksichtigen sein wird. Das Quantenprinzip bezeichnet eine allgemeine Diskontinuität des Geschehens wie des Seins; nach ihm ist nicht nur die Materie, sondern auch die Energie räumlich in elementare Bestandteile dispergiert, gesondert. So gibt es Elementarquanten der Elektrizität, der Strahlung und aller sonstigen Energie.

---

[1]) Vgl. P. **Karrer**, Der Aufbau der Stärke und des Glykogens. (Die Naturwissenschaften, 27. Mai 1921, S. 403.)

Also auch die von der Materie ausgehenden Wirkungen sind diskontinuierlich; man spricht darum von elementaren Wirkungsquanten.

Es wird darauf ankommen, wieweit bei Analyse der Lebensvorgänge das Gesetz des Wirkungsquantums sich verwerten läßt. Nun besitzen wir aber auf botanischem bzw. biologischem Boden bereits längst eine Quantentheorie. Wer dächte nicht hierbei an MENDELs Prinzips der Erbeinheiten bzw. der Erbfaktoren! In den Erbeinheiten setzte MENDEL schon Quanten in Verbindung mit Qualitäten. Der Vorgang der Vererbung vollzieht sich in räumlich diskontinuierlichen Phasen, und diese Phasen bezeichnen wir durch das Symbol der Erbfaktoren, die bis zu einem gewissen Grade voneinander unabhängig im Vererbungsprozeß sich geltend machen. Weil die Erbfaktoren etwas wirken, sind sie zunächst dynamisch aufzufassen. Wir dürfen von einem Gesetz der Diskontinuität der Erbfaktoren sprechen, und diese elementaren Erbeinheiten sind tatsächlich Quanten, die zum Vergleich mit den physikalischen Wirkungsquanten herausfordern: sie sind morphogene Wirkungsquanten. Die energetischen Wirkungsquanten der Physik sind dynamische Einheiten, die Erbfaktoren sind gleichfalls dynamische Einheiten; ist da nicht doch vielleicht ein tertium comparationis gegeben? Zeigen sich nicht auch in der Vererbung Wirkungsquanten und Kombinationen von solchen? Warum sollten da nicht Beziehungen zur physikalischen Quantentheorie bestehen? Möglicherweise könnte die Schwingung einer Erbeinheit einem elementaren Energiequantum entsprechen. Wenn das phänotypische Merkmal einer Pflanze ein spezifisches Reaktionsvermögen von Erbfaktoren auf äußere Einflüsse bedeutet, so verkörpert sich darin ein dynamisches Prinzip. Natürlich kann ich hier nur hinweisen auf den zwischen Erbfaktoren und physikalischen Wirkungsquanten bestehenden Parallelismus; wieweit ein solcher Parallelismus geht, muß künftigen Untersuchungen überlassen bleiben.

Wohl zweifle ich nicht an einer letzten Endes chemischen Wirkung der Erbfaktoren, doch auch solche Wirkung bleibt ein dynamischer Vorgang. Unter dynamischem Gesichtspunkte entspricht nach meiner Auffassung jeder Erbeinheit ein morphogenetisches Kraftfeld. Das Mosaik der von den Erbfaktoren beherrschten Felder ist maßgebend für den Entwicklungsgang des werdenden Organismus. Ob solch ein morphogenetisches Feld dermaleinst sich wird als ein elektromagnetisches erweisen lassen, ist eine der Zukunft vorbehaltene Frage. Vielleicht käme auch eine besondere Energieart in Frage, die durch Umbildung einer physikalischen

Energie entstünde. Die Quelle solcher besonderen Energieart würde wohl immer in Elektrizität zu suchen sein. Dann hätten wir in einer Wechselwirkung von positiver und negativer Elektrizität auch die Grundlage des Pflanzen- und Tierlebens zu erblicken.

(2.) E. Heinricher: Das Absorptionssystem von Arceuthobium oxycedri (D. C.) M. Bieb.

(Vorläufige Mitteilung.)

Über den intramatrikalen Teil, wie SOLMS-LAUBACH gesagt haben würde, liegen einige Untersuchungen vor, die außer *A. oxycedri* auch amerikanische Arten betreffen. Die sorgfältigste und eingehendste ist bisher jene von SOLMS[1]) über *A. oxycedri* geblieben, zu welcher Überzeugung jeder kommen wird, der sich mit dem Gegenstande selbst befaßt hat. Doch ist die illustrative Beigabe bei SOLMS etwas mager, so daß daraus nur schwer ein richtiges Bild von den überaus interessanten Verhältnissen gewonnen wird. Auch fehlten SOLMS Kenntnisse über die Entwicklungsgeschichte des Parasiten, und er beschließt, diesen Mangel wohl fühlend, seine Mitteilung mit dem Satze: „Erst Aussaaten und die Untersuchung der Keimpflanze werden Klarheit in die Biologie unseres Pflänzchens zu bringen imstande sein.“ JOHNSON[2]) hat zur Kenntnis des intramatrikalen Teiles kaum wesentlich beigetragen; auch gilt das Gleiche von den Untersuchungen von PEIRCE[3]) über *A. occidentale*, nur scheint aus ihnen hervorzugehen, daß bei dieser Art einige Abweichungen gegenüber *A. oxycedri* vorliegen. Auf eine dieser Verschiedenheiten weisen auch die Mitteilungen hin, die V. TUBEUF[4]) kürzlich über amerikanische Arten veröffentlicht hat, nämlich, daß einige Arten sich mehr örtlich begrenzt auf dem Wirte verhalten und so unserer Mistel ähnlicher erscheinen, andere sich aber über weite Areale ausbreiten. *A. oxycedri* gehört zu den letzteren.

Als ich 1915 meine Abhandlung über die Keimung und Entwicklungsgeschichte von *A. oxycedri*[1]) veröffentlichte, beschränkte ich mich auf die Schilderung des äußerlich Verfolgbaren, obschon in der Hauptsache bereits 1914 meine Studien über den Entwicklungsgang des Absorptionssystems vorlagen und so auch die Präparate, die zu den mikrophotographischen Aufnahmen gedient haben, von denen ich in München einige ausgewählte Diapositive vorführte. Die Ungunst der Zeitverhältnisse hat es mit sich gebracht, daß diese Untersuchung liegen bleiben mußte und wahrscheinlich werde ich genötigt sein, ganz entgegen der ursprünglichen Absicht, den illustrativen Teil sehr zu beschränken. Daraus entsprang ja der Wunsch, wenigstens eine Anzahl der lehrreichsten Präparate einem größeren Kreise von Fachgenossen bei der Münchener Tagung vorzuführen.

---

[1]) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. VI, 1867—1868.

[2]) Annals of Botany, Vol. II, 1888/1889.

[3]) Annals of Botany, Vol. XIX, 1905.

[4]) Naturwiss. Ztschr. f. Forst- und Landwirtschaft, Bd. 17, 1919.

Vorerst möchte ich die Gesichtspunkte hervorheben, auf welche es mir besonders ankommt:

1. Der morphologische Begriff Wurzel ist bei *Arceuthobium* völlig auszuschalten, ebenso die Unterscheidung von Rindenwurzeln und Senkern, vielmehr ist das Absorptionssystem seiner Entwicklung nach von ausgesprochen thalloidem Charakter, in seinem Werden und der Ausbreitung dem Mycel eines Pilzes vergleichbar.

2. Der letzte Vergleich stimmt insofern nicht, als mindestens die jüngeren Teile des Absorptionssystems sehr chlorophyllreich sind und darum verblüffende Ähnlichkeit mit dem Thallus einer Alge gewinnen.

3. Die Aktivität des Absorptionssystems ist eine außerordentlich große, die Entwicklungsschnelligkeit übertrifft schon vom Keimling aus weit die des Keimes einer Mistel. Die als Folge dessen überreiche Durchsetzung und Zerklüftung des Wirtgewebes erfolgt in der Hauptsache jedenfalls interzellular, durch Lösung der Mittellamellen. Manche Bilder sprechen auch für das Vermögen von Durchwachsung von Zellen, doch ist hierbei äußerste Kritik am Platze, um nicht Täuschungen zu verfallen.

Zu 1. Schon SOLMS hebt die wesentliche Verschiedenheit der Verhältnisse von *Arceuthobium* gegenüber *Viscum* hervor, so die myceliumartige Auflösung des Geflechtes der „Wurzeläste“ in feine und feinste Zellstränge. Nun ist der Embryo von *Arceuthobium* — dies allerdings gilt für alle Loranthaceen — wurzellos, er ist bei *A.* überdies nur Infektionsorgan, er selbst wird weiterhin nicht ausgestaltet. Die Infektion geht vom Hypokotyl aus, und zwar von seiner Spitze oder einer seitlichen Flanke, die dem Nähraste anliegt, tritt aber, wenigstens in der Regel, nicht in Gestalt eines primären Senkers auf, sondern besteht in der Überführung eines Betrages von *Arceuthobium*gewebe in die Rinde des Wirtes. Von ihm geht eine reiche mycelartige Ausbreitung in der Rinde vor sich, der aber alsbald auch Durchwucherung des Holzkörpers folgt. In der Rinde ist es besonders die durch lockeres Gefüge ausgezeichnete Grenze zwischen primärer und sekundärer, welche die massigste Besiedlung erfährt, wobei keine Bevorzugung einer bestimmten Richtung[1]) erkennbar wird, aber ein überaus reiches netziges System von Strängen verschiedenster Ausmaße, vom einreihigen Zellfaden aufwärts zustande kommt. Frühestens folgen zahllose Vorstöße gegen das Kambium und in den Holzkörper, wobei der Weg durch die Markstrahlen und neben den Markstrahlen besonders bevorzugt ist. Dann erst findet eine ansehnlichere Entwicklung besonders gut ernährter, in der Rinde gelegener Strangteile in die Quere statt, die endlich zur Ausgestaltung von Tracheiden in der Mitte solcher Stränge führt. Die Stellen bester Ernährung an solchen Strängen, Orte, die zugleich die Vereinigung mehrerer solcher sind, schreiten dann zur Anlage der Sproßknospen, die früher oder später nach außen vorbrechen. Die Entwicklung des Parasiten verläuft, wenn von der von außen erfolgenden Infektion abgesehen wird, so eigentlich vielfach von innen nach außen. Nicht die erst angelegten Stränge sind immer die am stärksten geförderten. In der Hauptsache entscheidet die örtliche Gunst der Ernährungsverhältnisse über das Maß der Entwicklung sowohl bei den Strängen in der Rinde, als bei jenen, die radial das Holz durchsetzen; freilich spielt auch oft die frühere Entstehung ausschlaggebend mit. Die ganze Entwicklung des Absorptionssystems gleicht so weitgehend der eines Pilzmycels, und wie sich an diesem bei genügender Erstarkung die Anlagen der Vermehrungsorgane einstellen, so tritt am thalloiden Absorptionssystem dieser Samenpflanze die reichliche Anlage der Sproßknospen auf.

---

[1]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Klasse, Abt. I, 124. Bd. 1915.

Zu 2. Ein beträchtlicher Teil des Absorptionssystems ist nun reichlich mit Chlorophyll versehen. SOLMS spricht zwar von „wenig Chlorophyll“ in den Rindensträngen und PEIRCE schreibt den intramatrikalen Teilen von *A. occidentale* sogar völligen Chlorophyllmangel zu. (? H.) Meinen Untersuchungen nach herrscht im

---

[1]) Im Gegensatz zu V. TUBEUF, der in der Rinde die „Wurzelorgane“ vorwiegend parallel der Stammachse streichend erwähnt; a. a. O. S. 268.

Chlorophyllgehalt bei *A. oxycedri* einiges Schwanken; ältere Teile des Absorptionssystems scheinen daran ärmer zu sein, auch dürfte der Ernährungszustand von Einfluß sein. An Schnitten kann ferner auch durch Verletzung der getroffenen Strangpartien ein teilweiser Zerfall des Chlorophylls und dadurch der Eindruck geringen Chlorophyllgehaltes herbeigeführt werden. Vielfach aber habe ich das thalloide Geflecht tiefgrün gefärbt gefunden, wobei der stockwerkartige Bau der stärkeren Stränge unmittelbar an die Thallome einer *Polysiphonia* oder *Sphacelaria* erinnerte, die feineren Verzweigungen aber an solche eines *Stigeoclonium* oder einer *Draparnaldia*. Solche grüne Stränge vermitteln auch die Weiterinfektion neuer Sproßteile vom ursprünglichen Entwicklungsherd aus. Sie gleichen Algenfäden, bevorzugen augenscheinlich die Längsrichtung und sind in den Sprossen weit über jene Zonen hinaus vorhanden. die auch makroskopisch durch ihre Hypertrophie, oder durch Hervorbrechen von Knospen, die Anwesenheit des Parasiten verraten. An einem Seitensproß eines befallenen Triebes von 13 cm Länge war der Schmarotzer mikroskopisch bis 3 cm unterhalb des Vegetationspunktes nachweisbar.

Der ansehnliche Chlorophyllgehalt der Sprosse[1]) von *Arceuthobium* und eines wesentlichen Teils des Absorptionssystems scheint mir, wenigstens für *A. oxycedri*, darzutun, daß seine Ansprüche zunächst auf Wasser- und Nährsalze gerichtet sind. In meinen 14 *Juniperus* umfassenden Kulturen, wobei ein grösserer Teil der Wachholder überreichlich *Arceuthobium*-Pflanzen (bis zu 38 auf einer) besiedelt ist, ist bisher nur eine Pflanze eingegangen. Es erscheint mir auch fraglich, ob das Eingehen dieses *Juniperus* ganz auf Rechnung des Schmarotzers fällt. Es ist leicht zu verfolgen, daß Schädigung durch ihn bewirkt wird, doch ebenso auch, daß die Besiedlung ganz extreme Grenzen überschreiten muß, um das Eingehen des Wirtes herbeizuführen.

Zu 3. Die Aktivität des Absorptionssystems *A. oxycedri* übertrifft die anderer Loranthaceen beträchtlich. Auf welche Weise die Durchdringung der Gewebe in der Nährpflanze erfolgt, wird von SOLMS nicht erörtert. JOHNSON hebt besonders das Auseinanderspalten der Wirtstracheiden längs der Mittellamelle durch die „fine secondary“ Haustorien hervor. In der Tat fällt dem Einzwängen zwischen die Gewebe der Hauptanteil beim Vordringen des Parasiten zu. PEIRCE spricht allerdings kurzweg von einer völligen Absorption der Markstrahlen, scheint mir diesen Entscheid aber etwas leichthin zu treffen. Ein Beweis dieses Ausspruches wird aber gar nicht versucht. Ich habe wohl einige Fälle beobachtet, die ein Durchwachsen von Zellen darzutun scheinen. Es beschränkt sich aber solches jedenfalls auf Rindenelemente des Wirtes und auch da möchte ich völlige Sichergestelltheit noch nicht behaupten.

---

[1]) NEGER („Biologie der Pflanzen“, Stuttgart 1913) schreibt S. 550 der Wachholdermistel „blaßgrüne Zweige“ zu. Das stimmt nicht; näher werde ich darauf in meiner ausführlichen Arbeit zurückkommen.

Betonen möchte ich die ungemein rasch erfolgende Ausbreitung des Absorptionssystems. In der Hauptsache habe ich es nur an Keimlingen und jungen *Arceuthobium*-Pflanzen verfolgt. So war zum Beispiel der eine Keimling noch ausschließlich intramatrikal betätigt, eine Sproßknospe nach außen hatte er noch nicht entsandt. Trotzdem konnte schon eine starke Durchsetzung des Holzkörpers festgestellt werden: in einer Folge von 10 Querschnitten durch den *Juniperus*sproß zählte ich 146 Einbrüche in den Holzkörper. Vorhanden waren ihrer sicher mehr.

Auf älteren Entwicklungsstufen, wenn der Parasit seit der Keimung etwa ein Alter von 18 Monaten erreicht hatte (solche wurden bei meinen Studien vorwiegend verwendet) und seine Anwesenheit nicht nur durch nach außen hervorgebrochene Sprosse, sondern auch durch eine spindelförmige Hypertrophie des Nährastes verraten wird, ist die Durchsetzung der Gewebe schon eine ganz enorme. In allen Richtungen durchziehen Stränge verschiedener Stärke, von den aus einer Zellreihe bestehenden angefangen, die Rinde, wobei Tinktionspräparate in schönster Weise den bereits von SOLMS-LAUBACH erkannten stockwerkartigen Aufbau erkennen lassen. Der Holzkörper erscheint wie zerfressen; oft liegen an Querschnitten einzelne Tracheidenreihen isoliert zwischen den radial verlaufenden, bald der Breite nach einreihigen[1], bald zweireihigen und seltener schon breiteren Strängen von *Arceuthobium.* Schon in den einreihigen erkennt man die Anwesenheit der zartspiralfaserig verdickten Tracheiden[2] und mehrfach begegnet man Auszweigungen aus den radialen Strängen, die sich in tangentialer Richtung zwischen die Tracheiden des *Juniperus* einzwängen. So wurden auch tangentale Verbindungen zwischen den hauptsächlich radial, den Markstrahlen folgenden Strängen hergestellt.

Über die unglaubliche Massenhaftigkeit dieser gewinnt man den besten Einblick an Tangentalschnitten. Sie zeigen, daß oft kaum ein Markstrahl vom Parasiten unbehelligt verblieb. Während die normalen Markstrahlen des *Juniperus*-Holzes hauptsächlich 2, 3, 5, wohl auch 6—7 Zellen hoch sind, doch immer einreihig erscheinen, zeigt der Tangentalschnitt durch von *Arceuthobium* befallenes Holz ein vom gesunden völlig abweichendes Bild. Vor allem scheinen die Markstrahlen häufig zu langen Ketten verlängert zu sein und die einreihige Zellenordnung ist in der mannigfachsten Weise gestört. Je länger ein Sproßteil vom *Arceuthobium* befallen war, um so verworrenere Bilder erhält man. Der Parasit verursacht auch starke Verlagerungen der Elemente im Wirte. Darum können die Hoftüpfel in Flächenansicht an Tangentalschnitten erscheinen, ja in alt befallenen Sprossen sogar an Querschnitten. Nicht alles, was einem Markstrahl gleicht, besteht auch tatsächlich aus Markstrahlzellen des *Juniperus*, vielfach täuschen eingeschobene *Arceuthobium*zellen solche nur vor; es handelt sich um „Pseudomarkstrahlen“. Auf ähnliche Weise kommen auch die erwähnten langen Markstrahlketten zustande. Die Scheidung, was Markstrahlzellen des *Juniperus*, was Zellen des Parasiten sind, ist oft schwer zu treffen, besonders an entwässerten Kanadabalsam-Präparaten. Hier ist die schon von SOLMS hervorgehobene, eigenartig gequollene Membranbeschaffenheit der *Arceuthobium*zellen verloren gegangen und deshalb ist für den angedeuteten Zweck die Untersuchung frischen Materials, oder von Schnitten durch konserviertes, in Wasser oder Chlorzinkjod, viel tauglicher. Die befallenen Jahresringe des Wachholderholzes weisen eine geförderte Breite auf und durch sie wird in erster Linie die makroskopisch sichtbare Hypertrophie der vom *Arceuthobium* besiedelten Zweige hervorgerufen¹). Auch ungewöhnlich gesteigerte Weite der einzelnen Tracheiden ist dabei beteiligt, und die Membranen scheinen auch stofflich beeinflußt zu sein, da Reaktionen auf geminderte Verholzung hinweisen. Genauer kann auf diese Verhältnisse hier nicht eingegangen werden.

---

[1] Übereinstimmende Angaben bei v. TUBEUF für *A. divaricatum*; a. a. O., S. 265.

[2] v. TUBEUF sagt, daß bei *A. Douglasii* nur „umfangreicher gewordene Senker“ Gefäße bilden; a. a. O. S. 271.

An anderer Stelle wird es hoffentlich möglich sein, das Vorgetragene erweitert darzustellen und auch einen Teil der mikrophotographischen Aufnahmen beizufügen, von denen ich gelegentlich meines Vortrages in München eine Auswahl in Diapositiven, sowie einige maßgebende mikroskopische Präparate vorgeführt habe.

Innsbruck, Botan. Institut der Universität, im Dez. 1921.

---

1) V. TUBEUF führt für *A. Douglasii* die Hypertrophie auf die bedeutende Masse zurück, die der Parasit durch seine Rindenwurzeln, Ausschlagssprosse etc. in der Rinde bildet; a. a. O. S. 266.

(3). H. W. Wollenweber: Zur Systematisierung der Strahlenpilze. (Gattung Actinomyces Harz.)

Die Strahlenpilze oder Actinomyceten bilden nach ihren morphologischen Merkmalen eine an der Grenze von Faden- zu Spaltpilzen stehende Gruppe von Mikroorganismen. Sie zählt heute bereits gegen 150 Namen. Ein großer Teil der beschriebenen Arten ist im Erdboden heimisch und nimmt Teil an dessen Zersetzung. Andere leben im Wasser, manche in der Luft, wieder andere an Pflanzenteilen, die übrigen an tierischen Organen. Einige Arten erzeugen Warzen und Flecken der menschlichen und tierischen Haut, andere dagegen Wucherungen am Knochengerüst (Kieferübel usw.). An Kartoffeln und Rübe treten warzenähnliche Actinomycosen auf, die man als Schorf bezeichnet, an Erlenwurzeln dagegen gallenartige Wucherungen.

Die Systematik dieser interessanten Pilze ist wegen der geringen Ausmaße ihrer Organe schwierig und wird selbst in neueren Arbeiten (LIESKE, 1921)[1]) für morphologisch so aussichtslos gehalten, daß empfohlen wird, anstatt die Strahlenpilze wie bisher zu benennen, sie unter Angabe des Autors zu numerieren. Gegen den Wert äußerer Unterscheidungsmerkmale wird die Veränderlichkeit derselben angeführt, während die Tatsache der Beständigkeit von Merkmalen unter konstanten Bedingungen planmäßiger Reinzucht übersehen oder unterschätzt zu werden pflegt. DRECHSLER, Massachusetts (1919) wies nun aber nach, daß die Konidienketten bei 5 von 17 untersuchten Arten in rechtsgedrehten, bei 11 in linksgedrehten Spiralen verlaufen, deren Durchmesser und Windungszahl bestimmte Arten kennzeichnen. Die Beschreibungen der von ihm numerierten, nicht benannten neuen Arten hält DRECHSLER zwar noch nicht für systematisch ausreichend, führt sie aber sorgfältig durch und gibt auch Sporenausmaße, Farbenunterschiede und biochemische Merkmale an. WAKSMAN und CURTIS (1916) beschreiben 30 Arten, davon über die Hälfte als neu, daneben bekannte, meist von KRAINSKY (1914) aufgestellte

---

[1]) Morphologie und Biologie der Strahlenpilze. Berlin, 1921 (Verlag GEBR. BORNTRAEGER). 292 Seiten, 112 Abb., 4 farb. Tafeln. Mit ausführlichem Schriftenverzeichnis.

Arten. In ihrem Bestimmungsschlüssel wird bereits das Vorkommen spiralig gedrehter Konidienketten neben physiologischen Merkmalen verwertet. Später hat WAKSMAN (1919)[1]) einen hauptsächlich auf biochemische Merkmale gestützten Schlüssel für 41 Arten ausgearbeitet. Die Größe der Sporodochien ist von KRAINSKY als Gruppenmerkmal herangezogen. Die Gestalt und Größe der Konidien ist fast nirgends vernachlässigt, aber selten voll ausgewertet.

Eigene seit 1916 laufende Untersuchungen über den Kartoffelschorf (WOLLENWEBER, 1920)[2]) führten zur Durchzüchtung von mehr als 100 Strahlenpilzen, von denen die meisten selbst isoliert wurden. Dabei zeigte es sich, daß die Größe der Pilzkolonien (Sporodochien) mit der Dichte der Aussaat abnahm und die Basis (Stroma) der Sporodochien sich auf sterilisierten Stengelstücken (Lupine, Kartoffel) nicht oder nur schwach sclerotial entwickelte, auf Kartoffelscheiben, Nähragar, Reis usw. dagegen knorpelig fest, kugelig, napfförmig wurde. Diese sclerotialen Stromata wurden bei manchen Arten bis erbsengroß (Sectio *Sclerostroma)*, um so größer, je dünner die Aussaat der Sporen war. Bei dichter Aussaat verwuchsen sie miteinander. Einige Arten bilden übrigens nur gallertige gestaltlose Krusten ohne Luftmyzel (Subgen. *Pionnothrix*), während der Mehrzahl der Strahlenpilze ein konidientragendes Luftmyzel zukommt (Subgen. *Aërothrix*). Dieses Luftmyzel pflegt in ursprünglichen Kulturen spärlicher und zögernder zu fruchten als in Folgekulturen. Werden nämlich Konidien statt vegetativer Organe (Hyphen, Stroma) auf frisches Substrat übertragen, so tritt das fruchttragende Luftmyzel wesentlich früher auf als bei der ursprünglichen Aussaat. Dieser Anpassung entspricht meist eine etwas geringere Ausbildung des sclerotialen bzw. plectenchymatischen Stromas. Obgleich diese Änderung der Wuchsform nur eine quantitative, nicht eine qualitative Richtung nimmt, ist sie wahrscheinlich eine der Hauptursachen für die Annahme weitgehender Veränderlichkeit dieser Pilze. Wird diese Ursache erkannt, so wird man über die Beständigkeit bei den Strahlenpilzen ebenso überrascht sein wie bei der Gattung *Fusarium*, deren früher ebenso angezweifelte morphologische Unterscheidbarkeit der Arten schließlich mit derselben Methode nachgewiesen worden ist. Da die meisten Strahlenpilze säureempfindlich sind, so ist bei Ver-

---

1) Cultural studies of species of Actinomyces. — New Brunswick, N. J. Soil Science, vol. VIII, Nr. 2, 1919. Mit Verzeichnis früherer Schriften.

2) Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau. Heft 2. 1920. (Verlag PAREY, Berlin).

wendung saurer Substrate die Säure abzustumpfen. Da tierpathogene Arten höhere Wärmeansprüche haben als die Mehrzahl der übrigen Strahlenpilze, so ist auch diesem Verhalten Rechnung zu tragen. Auch erhöht ein Zusatz von Glyzerin die Wuchskraft schwachwachsender Artengruppen (*Pionnothrix*). Für die meisten aëroben Formen reichen die drei Substrate Lupinestengel, Kartoffelscheiben und Reis völlig für die Systematisierung aus. Nähragar und Gelatine können gelegentlich von Wert sein, jedoch ist zu bemerken, daß Überernährung mit Zucker zu starken Abweichungen der Reaktion, zu reichliche Gaben bestimmter Salze und Protëine zu abnormen Wuchsformen, Entartungen des Farbenbildes und geschwächter Fruktifikation führen. Diese Tatsache ist m. E. aber kein Beweisgrund gegen die Unterscheidbarkeit der Arten.

Der Unterscheidung dienen:

1. Konidienformen: Spiralige, links- oder rechtsgedrehte Wachstumsrichtung der Konidienketten, Zahl und Durchmesser ihrer Windungen. Schlängelnde oder gestreckte Kettenrichtung. Größe, Schlankheit (Verhältnis von Länge zur Dicke), Gestalt (kugelig, oval, ellipsoidisch). Lagerungsweise der Konidien: Im Myzel zerstreut, in pulveriger, ausgedehnter Schicht oder auf Sporodochien bzw. Koremien begrenzt.

2. Farbenbild a) der Konidien: Weiß, gelb, grau, braun, rosa, grün usw. Die Farbe tritt auf Stengel meist rein hervor, wird aber auf stärkereichen Substraten, die die Entwicklung besonderer Farben des Stromas begünstigen, auch von letzteren durchdrungen, so daß rahmweiße Töne blau (*A. coelicolor* R. Müll.), rotockerfarben (*A. ochraceus* Neuk.), grünschwarz (*A. nigrificans* Wr.) usw. werden können; b) des Stromas: Das Stroma ist bei zahlreichen Arten gelb und bleibt so, bei anderen wird es in der Reife braun, orange, rot oder grün. Einige dieser besonders auf stärkereichen Substraten sich entwickelnden Farben sind wasserlöslich und verfärben den Nährboden. Manche Arten scheiden oxydierende Enzyme aus, welche das Substrat bräunen oder schwärzen. Da auch diese Farben von dem Stroma aufgenommen werden, sind mannigfache Wechselwirkungen gegeben, die noch erhöht werden durch Farbenumschläge infolge Wechsels der Reaktion: Blau wird rot durch Säure. Diese Farbe wird bei einer Art durch Kochhitze zerstört (*A. coelicolor*), bei einer anderen nicht (*A. tricolor* Wr.). Rot wird honiggelb durch Säure (*A. cellulosae* Krnsk.). Gelb wird grün durch Schwefelsäure (*A. flavus* Sanf.). Bei den untersuchten Arten traten durch viele Jahre hindurch immer wieder die gleichen

Farben und derselbe Farbumschlag auf, so daß viele neu isolierte Strahlenpilze bereits durch solche Merkmale erkannt wurden, bevor die Morphologie diese Annahme stützte.

3. Myzelformen: Alle Strahlenpilze haben Myzel. Luftmyzel und Konidien fehlen nur **Arten** wie: *A. farcinicus* (Trev. et de T.) Gasp., *A. caprae* Silb., *A. asteroides* (Ep.) Gasp., *A. polychromogenes* Val. und *A. Pelletieri* (Lav.) de T. Diese könnten als Subgenus *Pionnothrix* zusammengefaßt werden. Sie bilden fettglänzende, gallertige oder krümelige Stromata von verschiedener Ausdehnung und meist einheitlicher Reifefarbe. Die übrigen Strahlenpilze (Subgenus *Aërothrix*) haben außer dem Stroma auch Luftmyzel. Das Stroma ist zart (hyphasmatisch) oder bildet eine dicke (plectenchymatische) Schicht von geringer (sclerotial bzw. sporodochial) oder unbegrenzter Ausdehnung. Von den Arten mit knorpelig-festem, sclerotialen oder einem Tubercularia-ähnlichen, sporodochialen Stroma können als Sectio *Sclerostroma* zusammentreten: *A. bovis* Harz em. Bostr., *A. Foersteri* (Cohn) Gasp., *A. scabies* (Taxt.) Güss. und *A. aerugineus* Wr.

Im übrigen scheint das Stroma für die Systematik weniger wertvoll zu sein als das Luftmyzel, dessen vegetativer Teil wiederum gegenüber dem fruchttragenden nur wenig brauchbare Merkmale für Artenunterscheidung hat. Die unter 1. bis 3. aufgeführten Merkmale reichen aber aus, um auch die übrigen Strahlenpilze zu gruppieren:

Die zweite Sectio *Poliophaeospora* könnte die Arten mit grauen bis braunen Konidien, die dritte Sectio *Leucospora* die Arten mit hellen (weißen, rahmgelben, grünlichweißen) Conidien, die vierte *Erythrinospora* Arten mit rötlichen bis roten, die fünfte *Glaucospora* solche mit blauen Konidien umfassen.

Die meisten Arten gehören der Sectio *Leucospora* an. Ihre kreidigen Konidienmassen ruhen auf Luftmyzel mit gelbem bis grünem Stroma. Einige sind durch mehrere Farben ausgezeichnet (Subs. *Heterochroma*), andere haben nur Abstufungen einer Farbe (Subs. *Monochroma*). Die Untergruppen haben dann wieder Artenreihen mit (Series *Helicothrix*) und solche ohne Spiralketten (Series *Ahelicothrix*). Als Merkmale für weitere Unterteilungen würden die Spiralrichtung, die Gestalt und Größe der Konidien und etwa das Vorkommen von Dauersporen zur Verfügung stehen.

In diesem vorwiegend auf äußere Unterscheidungsmerkmale gestützten Gruppierungsschlüssel lassen sich alle mit den beschriebenen sehr einfachen Mitteln erforschten Arten unterbringen.

Ausführliche Beschreibungen mit einem Schlüssel für die Bestimmung der wichtigsten Arten werden an anderer Stelle gegeben. Die Zukunft muß lehren, ob hiermit eine praktische Grundlage der Systematisierung gegeben ist oder auf physiologische bzw. biochemische Merkmale nicht in diesem Maße verzichtet werden kann. Wie jedes System, so ist auch dieses künstlich, sowohl hinsichtlich der Abgrenzung des Artbegriffes als auch in der Artengruppierung, weil wir die verwandtschaftlichen Zusammenhänge nicht kennen und daher stets Gefahr laufen, von äußeren Ähnlichkeiten auf Verwandtschaft zu schließen und auch zufällige Abweichungen zu überschätzen. Wir müssen aber dennoch versuchen, die Strahlenpilze unterscheiden zu lernen, um die starken Veränderungen zu erklären, die einige Arten im Gegensatz zu anderen an der Pflanze, am Tier, im Boden usw. hervorbringen, und die Widersprüche zu vermeiden, die aus der irrtümlichen Vereinigung verschiedener Arten zu einer Art entstehen.

Nachrufe.

Karl Mikosch.

Von
OSWALD RICHTER.
(Mit Bildnis.)

(Aus dem Institute für Botanik, Warenkunde, technische Mikroskopie und Mykologie der Deutschen technischen Hochschule in Brünn. Nr. 3.)

Die Lebensarbeit eines Forschers ist normalerweise das Produkt innerer Veranlagung und äußerer in das Leben des Mannes eingreifender Verhältnisse und Menschen.

Dieses Wahrwort prägt sich in selten klarer Weise im Werdegang und Lebenswerk auch meines verehrten Vorgängers im Lehramte für Botanik, technische Mikroskopie und Warenkunde an der deutschen technischen Hochschule in Brünn, Herrn Hofrates Prof. Dr. KARL MIKOSCH, aus.

Seine Eltern waren der fürstl. SCHWARZENBERGsche Güterdirektor IGNAZ MIKOSCH und dessen Gemahlin THERESIA, geb. KUTSCHERA, der 6 Wochen nach Geburt des jüngsten Sohnes KARL der Gatte durch den Tod entrissen wurde, so daß sie als 30jährige Witwe mit 7 Kindern allein da stand. Welch bittere Lebens- und Erhaltungssorgen mögen danach bereits den heranwachsenden Knaben bedrückt haben! —

MIKOSCH wurde am 25. Oktober 1852 geboren, kam im Jahre 1863 an das deutsche Gymnasium in Budweis, das er nach abgelegter Maturitätsprüfung im Jahre 1871 verließ, um sich den philosophischen Studien an der Universität Wien zu widmen. Hier wurde er Schüler LANGs, STEFANs, BÖHMs, SÜSSs, TSCHERMAKs und vor allem v. WIESNERs.

1877 legte er die Rigorosen aus Botanik, Physik und Philosophie ab, worauf er im Juni 1877 zum Doktor der Philosophie promoviert wurde. In den Jahren 1879/80 ließ er den strengen die Lehramtsprüfungen aus Naturgeschichte als Hauptfach, Mathematik und Physik als Nebenfächer folgen.

1883 habilitierte er sich als Privatdozent für Anatomie der Pflanzen an der Wiener Universität, nachdem er in der Zeit von 1875—1881 als Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der gleichen Universität gewirkt und im Jahre 1881 seine Mittelschultätigkeit an der Staatsrealschule im XVIII. Wiener Bezirke (Währing) begonnen hatte.

1887 kam er an die Staatsoberrealschule im II. Wiener Bezirke.

Am 6. Dezember 1891 wurde MIKOSCH zum w. a. o. Professor für Botanik, technische Warenkunde und Rohstoffe des Pflanzen- und Tierreichs ernannt, eine Veränderung im Lebenslaufe meines Vorgängers, der mit Entschließung S. K. u. K. Majestät vom 29. Oktober 1895 die Ernennung zum ordentlichen Professor für Botanik, technische Warenkunde und Mikroskopie folgte, wobei MIKOSCH gleichzeitig mit der Abhaltung der Vorträge über Zoologie betraut wurde. MIKOSCH war korresp. Mitglied der mährischen Museumgesellschaft, im Studienjahre 1900—1901 Rektor, 1898—1900, 1906—1908, 1912—1914, 1914—1916 Dekan der chemischen Schule, von 1894—1896 Dekan der allgemeinen Abteilung der deutschen technischen Hochschule in Brünn. Mit allerhöchster Entschließung vom 16. 8. 1917 wurde MIKOSCH taxfrei der Titel und Charakter eines Hofrates verliehen.

Schon konnte sich die Familie dieser hohen Auszeichnung ihres Erhalters nicht mehr erfreuen, denn im Jahre 1916 hatte MIKOSCH und seine Lieben bereits die Hiobspost erreicht, daß sein hervorragend begabter, 1886 geborener einziger Sohn WALTER, Hörer der Rechte, Fähnrich i. d. R. im Rgmt. Tiroler Kaiserjäger, Besitzer der goldenen und großen silbernen Tapferkeitsmedaille sowie der Kgl. Preuß. Krieger-Verdienstmedaille am Bande des Eisernen Kreuzes, am 18. Mai 1916 beim Sturmangriff auf das Fort Campomolon den Heldentod gefunden habe.

Von diesem Schlage hat sich MIKOSCH nicht mehr erholt. Am 30. April 1919 verschied er im 67. Lebensjahre und ließ damit seine liebenswürdige Lebensgefährtin Frau Hofrat JOHANNA MIKOSCH ganz allein, da die musikalisch künstlerisch begabte Tochter MARIE sich am 1. Februar 1917 mit Herrn Fabrikanten GUSTAV KLINGER verehelicht hatte.

Am 2. Mai 1919, um 2 Uhr nachmittags, wurden unter Beteiligung des gesamten Lehrkörpers und der Studentenschaft der technischen Hochschule unter großen Ehren MIKOSCHs sterbliche Überreste im Zentralfriedhofe von Brünn beigesetzt.

Aus diesem kurzen Lebenslaufe geht hervor, daß MIKOSCH in seinen Studienjahren an der Universität Wien das große Glück hatte, eine der anregendsten Persönlichkeiten seinen Lehrer nennen zu können: JULIUS VON WIESNER, der ihm noch dadurch wesentlich näher trat, daß er ihn zu seinem Assistenten erkor.

Damit haben wir auch gleichzeitig den 1. und maßgebendsten Faktor für MIKOSCHs erste Forschungsperiode kennengelernt, den man aus der gesamten Themengebung, wo diese noch stattfand, bzw. aus der Themenwahl herauslesen und heraushören kann.

C. Mikosch

Entscheidend griff 2. in die Forschungstätigkeit meines Vorgängers seine im Jahre 1881 erfolgte Ernennung zum Professor an der Staatsrealschule in Währing (Wien XVIII.) ein. Wer selbst nur ein Jahr Mittelschultätigkeit hinter sich hat, weiß, wieviel hingebungsvolle unbekannt bleibende Kleinarbeit jährlich, monatlich, ja täglich an Experiment-, Vortragsvorbereitungen, Kabinettsausstattung, Sammlungs- und Inventararbeiten vom eifrigen Mittelschullehrer speziell der Naturwissenschaften zu leisten ist und wie wenig, ach so furchtbar wenig Zeit für die eigene wissenschaftliche Fortbildung und gar für produktive Arbeit übrig bleibt, wenn man noch die eine oder andere Stunde des Tages seiner Familie reserviert halten möchte.

Um so bewunderungswerter ist MIKOSCHs wissenschaftliche Produktivität in dieser Zeit, wo er als Professor der Staatsrealschulen des 18. und 2. Bezirkes wirkte.

Auch in dieser II. Periode ist WIESNERs Einfluß in den Arbeiten von MIKOSCH noch immer zu merken, außerdem scheint ein enges Freundschaftsverhältnis mit einem Kollegen REICHL der Oberrealschule im 2. Bezirke Wiens speziell auf die mikrochemischen Studien von MIKOSCH einen mitbestimmenden Einfluß genommen zu haben.

Die 3. Phase in der wissenschaftlichen Entwicklung meines verehrten Vorgängers wird durch seine Ernennung zum Extraordinarius an der Brünner deutschen technischen Hochschule eingeleitet.

WIESNERs Einfluß ist nur mehr soweit wahrzunehmen, als MIKOSCH als Warenkundler in WIESNERs Fußstapfen getreten ist und nach einer sehr sorgfältigen Exkursion in das Gebiet der physikalischen Physiologie der Pflanzen über die Transpiration der Gramineengrannen in seiner Untersuchung über die Entstehung des Kirschgummis in Brünn den Höhepunkt und zugleich den Abschluß seiner selbständigen Forschungstätigkeit erreicht. Der Lebensabend des Forschers MIKOSCH war schließlich mit der pietätvollen Herausgabe bestimmter Kapitel von WIESNERs Rohstoffe des Pflanzenreiches erfüllt.

Nach dieser allgemeinen Charakteristik des wissenschaftlichen Werdeganges von K. MIKOSCH möchte ich noch auf die Besprechung der einzelnen Arbeiten genauer eingehen.

Von Arbeiten pflanzenphysiologischen Inhaltes finden sich unter dem geistigen Nachlaß von MIKOSCH drei: Nr. 4, 5 u. 14.

Die unter WIESNER und auf dessen Anregung mit dem nun auch schon verstorbenen Prof. STÖHR durchgeführte Arbeit 5 über den Einfluß des Lichtes auf die Chlorophyllbildung bei intermittierender Beleuchtung schloß sich an BUNSENs und ROSCOEs Entdeckung der photochemischen und die von WIESNER hierauf für die Erscheinungen des Heliotropismus gefundenen photomechanischen Induktion an.

MIKOSCH und STÖHR arbeiteten denn auch direkt mit demselben Apparate wie WIESNER, dessen wesentlicher Bestandteil ein „blank polierter Messingzylinder (Sturz) war, der in einem rechteckigen geschwärzten Holzrahmen derart befestigt wurde, daß er mit Leichtigkeit gehoben und gesenkt werden konnte". p. (272) 4.

Auch die Lichtquelle war die gleiche Gasflamme, die WIESNER benutzt hatte, die „unter dem konstanten Druck einer Wassersäule von 13·5 Mm." brannte und deren „Leuchtkraft genau der von 6·5 Walratkerzen gleichkam". Als Versuchspflanzen dienten Keimlinge der Gerste, des Hafers, der Kresse und des Rettichs. Als Kriterium der Chlorophyllbildung wurde das Auftreten des Absorptionsstreifens I. des Chlorophyllspektrums gewählt. p. (274) 6.

„Am Ende einer kontinuierlichen Beleuchtung von 2·5 Min." war bei Gerste und Hafer „keine Chlorophyllbildung nachweisbar, wohl aber, wenn 2·5 Min. Lichtzeit auf 5 Min. derart verteilt" wurden, daß die Pflanzen 5 Min. hindurch 1 Sek. beleuchtet, die nächste Sekunde mittels des Metallzylinders verdunkelt wurden.

Bei 8 cm hohen Gerstenkeimlingen, die „im diffusen Tageslichte" (an einem von der Sonne nicht direkt bestrahlten Fenster) 6½ Std. (von 10^h vorm.—$4½^h$ nachm.) für die Chlorophyllbildung dauernd (D) bzw. intermittierend (I) beleuchtet wurden, zeigte es sich, daß die intermittierend beleuchteten Pflanzen in 4½ Std. Belichtungsdauer bereits jenen Ergrünungsgrad erreichten, den die kontinuierlich beleuchteten erst in 6½ Std. aufwiesen. Das Verhältnis der Lichtzeiten für die Chlorophyllbildung gestaltete sich, d. h. in diesen Versuchen, bei D : I = 13 : 9, in anderen Versuchen wie 4 : 2·5. — Versuche mit Kresse und Rettich gaben vielleicht wegen der im Versuchsraume reichlich vorhanden gewesenen Laboratoriumsluft (LL) kein derart klares Versuchsergebnis.

Für die für LL weniger empfindlichen Gramineen kann man aus MIKOSCHs Befunden wohl den von ihm und STÖHR (p. 10 [278]) gezogenen Schluß als völlig zutreffend ansehen, 1. „daß zwischen Beleuchtung und Chlorophyllbildung eine gewisse Zeit verstreicht, mit anderen Worten, daß die Chlorophyllbildung ein Prozeß photochemischer Induktion ist" und 2. daß „die kleinste für die Entstehung von Chlorophyll noch wirksame Lichtzeit" „durch intermittierende Beleuchtung erreicht wird" oder mit anderen Worten, daß „bei Entstehung des Chlorophylls in gleicher Weise wie bei dem Zustandekommen heliotropischer Krümmungen durch eine kontinuierliche Beleuchtung Licht im Überschusse geboten" wird.

Da die Chlorophyllbildung ein synthetischer Prozeß ist, solche Prozesse aber durch LL sehr gehemmt zu werden pflegen, ist bei Überprüfung der MIKOSCH-STÖHRschen Befunde mit Berücksichtigung dieses Faktors unter Heranziehung auch exakterer Apparate für intermittierende Beleuchtung (rotierende Scheiben mit Ausschnitten) eine noch weitgehendere Verkürzung der Induktionszeit für die Chlorophyllbildung speziell bei Pflanzen der reinen Luft zu erwarten.

Die Arbeit 4. schloß an eine Beobachtung von KERNER von MARILAUN über Öffnen und Schließen der Blüten von *Bulbocodium vernum* und *B. ruthenicum* an, der gefunden hatte, daß auch die Antheren dieser Pflanzen „ähnliche periodische Bewegungen zeigen wie Blumenblätter oder gewisse Laubblätter“ (p. 1), und zwar in dem Sinne, daß sie sich „des Abends gleichzeitig mit dem Schließen des Perigons schlossen, um sich am anderen Morgen“ wieder zu öffnen.

Die bei den nun von MIKOSCH im pflanzenphysiologischen Institute in Wien durchgeführten Experimenten in Anwendung gebrachten Versuchsbedingungen waren — natürlich ungewollt — die typischer LL.

A. Die erste der Blüten, deren Perigon halb geöffnet, deren Antheren aber geschlossen waren, kam in einen Raum, der von einer unter konstantem Druck brennenden Gaslampe beleuchtet war bei 19—20 ° C und einer relativen Feuchtigkeit von 66—70 %.

B. Die zweite Blüte kam im gleichen Raume unter sonst gleichen Verhältnissen unter einen Dunkelsturz.

C. Die dritte Blüte kam an ein Fenster eines Zimmers, wo die Temperatur tagsüber über 17—20 ° C stieg, nachts auf 13 ° C fiel.

D. Die vierte Blüte stand in einem dunklen Raume bei 13·5° C und 80 % Feuchtigkeit.

Die Resultate der Untersuchung gehen aus der folgenden Tabelle hervor:

Es war

von:	nach Stunden	das Perigon	die Antheren
A	4 24	geöffnet noch geöffnet; beginnt zu welken	ganz offen noch offen
B	4½	keine Öffnung	öffnen sich
C	6 abends	öffnet sich langsam schließt sich	öffnen sich langsam schließen sich
D	—	blieb geschlossen	blieben geschlossen

Aus diesem Experimente schloß MIKOSCH, daß das Licht zur Bewegung der Antheren von *Bulbocodium* in keiner Beziehung steht. Dagegen hatte nach MIKOSCHs Ansicht die Temperatur eine entscheidende Rolle, wie die Experimente mit einem dunkel gestellten Luftbade, dessen Feuchtigkeitsgehalt etwa 50 % betrug, zeigten. Eine Erhöhung der Temperatur auf 25 ° C bewirkte die Öffnung der Antheren binnen 1 Stunde, eine Erhöhung der Temperatur auf 35 ° C bewirkte die Öffnung der Antheren binnen 10 Min., worauf nach Absinken der Temperatur auf Zimmertemperatur der Zusammenschluß der Antheren, allerdings nur auf die Hälfte, erfolgte. Der Einfluß der Feuchtigkeit zeigt sich endlich nach MIKOSCH in der Art, daß sich die Antheren der Blüten im absolut feuchten Raum (das wäre also in reiner Luft) trotz Erhöhung der Temperatur auf 35 ° C schlossen, „nur in einem Falle, wo die höhere Temperatur eine weitere Bewegung der scheinbar ganz normalen Antheren nicht mehr zuließ“ (p. 3), bei 40 ° C blieben die Antheren geöffnet.

Es liegt wohl nahe, hier an durch die Wirkung der MIKOSCH noch unbekannten LL bewirkte Unklarheiten der Versuchseffekte zu denken, zumal 1878 das Wiener pflanzenphysiologische Institut noch in der Türkenschanzstraße untergebracht war und, wie ich (1909) bereits anderwärts zeigte, enorm unter LL-Verunreinigungen litt. Auch waren MIKOSCHs Versuchsbedingungen, wie oben gezeigt wurde, ganz danach angetan, diesen Faktor stark zur Auswirkung zu bringen.

Wenn wir uns nun FITTINGs und HANNIGs Versuche (1911 und 1913) über den Einfluß der LL und anderer Gase auf das Blühen von Blüten vergegenwärtigen, wird man diesen Experimenten von MIKOSCH eine baldige Nachprüfung wünschen müssen.

Die Arbeit 14. bezieht sich auf die Funktion der Grannen der Gerstenähre und hat, wie auch aus SCHINDLERs (1920) Werke hervorgeht, eine entscheidende Bedeutung für die züchterischen Ergebnisse der Landwirtschaft erlangt. War doch eines der beliebtesten Ziele der Züchter, die als unnötiger und wertloser Ballast angesehenen Grannen der Gramineen möglichst zu unterdrücken und auf die Art denkbar hohes Ähren- aus möglichst reinem und hohem Korngewicht zu erzielen.

Nun zeigten ZOEBEL und MIKOSCH, daß die Grannen der Gerstenähre Transpirationsorgane von derart gewaltiger Leistung sind, daß der Anteil, den die Ähre an der Transpiration nimmt, „zur Zeit ihrer Funktion etwa der Hälfte der Gesamt-Transpiration der Pflanze“ entspricht. Dabei erscheint die Gramineen-Transpiration „am intensivsten“ „zur Zeit der stärksten Entwicklung des Korns, beziehungsweise zur Zeit der stärksten Einwanderung von

Reservestoffen in die Frucht", woraus ZOEBEL und MIKOSCH wohl mit Recht den Schluß ziehen, „daß die starke Transpiration der Grannen zur Stoffwanderung, mithin zur normalen Entwicklung der Frucht in Beziehung steht". (p. 28 [1060]). Wenn man danach bedenkt, daß die begrannte Gerstenähre im übrigen dieselbe Periodizität zeigt wie die der ganzen Pflanze, auf die insbesondere das Licht einen wesentlichen Einfluß ausübt und daß „die normal begrannte Gerstenähre" „unter gleichen Verhältnissen zirka 4—5mal mehr Wasser" transpiriert „als die entgrannte", dann wird man wohl mit Recht fragen, ob die Entgrannungszuchtversuche wirklich der Weisheit letztes Ende bedeuten. Hier greift MIKOSCHs Arbeitsergebnis direkt in die modernsten wissenschaftlich-praktischen Probleme ein.

Die Arbeiten pflanzenanatomischen Inhalts von MIKOSCH lassen sich in zwei Gruppen unterscheiden, und zwar die derjenigen, die sich mit der Anatomie ganzer Gewebe beschäftigen und durch die Dissertation und die mit ihr zusammenhängende Arbeit vertreten erscheinen, und die derjenigen, welche sich auf die Anatomie der Zelle und deren Einschlüsse beziehen, in denen wir MIKOSCH direkt in die bedeutendsten Streitfragen auf pflanzenanatomischem Gebiete der damaligen Zeit eingreifen sehen.

In die Literatur führte sich MIKOSCH mit einer sehr sorgfältigen ergebnisreichen Dissertation „Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecke dikotyler Holzgewächse" ein (2, 1876). Über die Anatomie der Knospendecken oder Tegmente lagen bis dahin nur Angaben von SCHACHT vor. Ebenso fanden sich über Entwicklungsgeschichte, Morphologie und Biologie dieser wichtigen Blattgebilde nur zerstreute Bemerkungen in der Literatur. Auf WIESNERs Anregung behandelte nun MIKOSCH das Problem der Knospendecken monographisch und erkannte sie als erste seitliche „Sprossungen an der blättererzeugenden Achse" oder als „mit dem Stamme in Verbindung bleibende Reste von schon abgehobenen Laubblättern". Im ersten Falle fand er sie als Produkte ungleichmäßig sich differenzierender Blattanlagen, „die entweder nur den Vaginalteil oder nur den Laminarteil oder nur die Nebenblätter eines Laubblattes deutlich ausbilden, während die anderen Blattteile entweder gar nicht angelegt werden, oder, wenn das geschieht, bald nach der Anlage verkümmern", im zweiten Falle erkannte er sie als entsprechend „dem in fester Verbindung mit dem Stamme bleibenden basalen Teile des Blattstiels, dem Blattgelenk". Hierbei stimmt „der anatomische Bau der Tegmente in den ersten Entwicklungsstadien mit demjenigen vollständig überein, den der betreffende Teil des Laublattes, dem das Tegment morphologisch entspricht, in diesem Entwicklungsstadium besitzt". In der Folge gehen nach MIKOSCH (2, p. 31) die Gewebe solche Veränderungen ein, „die das Tegment seiner physiologischen Funktion anpassen". So zeichnet sich das Hautgewebe „durch stark verdickte äußere Zellwände oder durch dichten Haarüberzug oder durch das Auftreten von Fettausscheidungen aus". Das „Grundgewebe ist meist kollenchymatisch, seltener parenchymatisch. Das Gefäßbündel ist in der Regel schwach entwickelt; bei stärkerer Ausbildung nimmt der Phloemteil größere Dimensionen an, während der Xylemteil dann immer mehr in seiner Ausbildung zurücktritt."

Es finden sich sonach in dieser Arbeit von MIKOSCH bereits Gedankengänge, die — war doch erst 2 Jahre vor ihrer Veröffentlichung SCHWENDENERs mechanisches Prinzip (1874) erschienen — ganz an HABERLANDTs Physiologische Pflanzenanatomie (I. Aufl. 1884) anklingen.

Von interessanten Details dieser Arbeit hebe ich nur zwei hervor, von denen die eine als eigene Publikation (1, 1876), gewissermaßen als vorläufige Mitteilung erschien.

So entdeckte er bei *Robinia* (2, p. 30) die von der Blattbasis gebildete Knospenhöhle, „deren innere Epidermis mit kurzen, einzelligen Haaren dicht besetzt ist", eine Beobachtung, die ganz in Vergessenheit geraten zu sein scheint. Die Ablösung des Laubblattes erfolgt bei *Robinia* „nicht unmittelbar an der Basis des Stiels", sondern mittels Trennungsschichte etwas höher oben, „so daß der Rest des Blattstiels in Form einer dünnen Scheibe die unter ihm befindliche Knospe deckt". Tegmente dieser Art nannte MIKOSCH Artikulartegmente, „da man das Auftreten von am Stamme zurückbleibenden Blattstielteilen (Gelenken) als articulatio bezeichnet".

An den Tegmenten verschiedener *Betula*-Arten (2, p. 10) finden sich „Trichomgebilde, die eine harzige Masse, die Betuloretinsäure" ($C_{36}H_{66}O_5$) sezernieren, die MIKOSCH (1, 1876, p. 2) auf Grund seiner entwicklungsgeschichtlichen Studien entgegen der Ansicht K. MÜLLERs (1845), der sie für Wucherungen des Blattparenchyms hielt, als echte Drüsenhaare erkannte. Sie kommen nach MIKOSCH an Laub- und Nebenblättern auf der oberen Seite und an der einjährigen Achse vor, an der sie sich bis zum Beginn der nächsten Vegetationsperiode erhalten. Solange die Blätter sich noch in der Knospenlage befinden, bedecken die Drüsen die beiderseitige Epidermis des jungen Blattes, um bei der Knospenöffnung unterseits des Blattes abgeworfen zu werden, oberseits dagegen die sezernierende Tätigkeit fortzusetzen. Die Ausscheidung dieser Drüsen bildet nach MIKOSCH (1, p. 3) eine blaßgelbliche, sirupdicke Masse, aus welcher nach erfolgter Entwicklung des Blattes die Betuloretinsäure in fester Form ausgeschieden wird.

Mit der Anatomie der Zelle befassen sich die Arbeiten Nr. 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15.

Bei *Sedum Telephium* hat MIKOSCH (12), was später in NĚMECs (1901) reizleitenden Strukturen den Höhepunkt histologischen Interesses erreicht hat, schon gesehen: fibrillöse Strukturen des Protoplasmas, die (p. 180) besonders deutlich bei Behandlung mit 1—1·5 % Salpetersäure und nachheriger Färbung mit Hämatoxylin hervortraten.

Außer im Zytoplasma der Epidermis- und Parenchymzellen von *Sedum*, fand MIKOSCH diese „Fäden“ auch in den Epidermis- und Parenchymzellen von *Sempervivum* und mehreren Malvenarten (p. 181). Heute wissen wir auf Grund der Forschungen von HABERLANDT (1, 1901, 571), daß solche Strukturen durch Plasmabewegung zustande kommen. Auch die vakuolige, wabenartig-schaumige Veränderung des Zellinhaltes in den gerbstoffhaltigen *Sedum*-Pflanzen, die CZAPEK (1911, 8) bei *Echeveria globosa* eingehend studiert hat und als Grundlage für seine bekannten Exosmosestudien verwendet, scheint MIKOSCH (p. 179) gesehen zu haben.

Eine sehr schöne Beobachtung glückte MIKOSCH (1889/90, 10) gelegentlich der Untersuchungen der „fleischigen Laubblätter von *Oncidium microchilum* Bat. (Guatemala)“. Bei dieser Pflanze fand er in den beiderseitigen Epidermiszellen eigentümlich geformte Inhaltskörper aus Eiweiß, die in mehrfacher Hinsicht an die von MOLISCH (1885) in den Zweigen von *Epiphyllum* entdeckten Proteinkörper erinnerten. „Viele“ Epidermiszellen der genannten Pflanze enthalten nämlich „einen stets farblosen Inhaltskörper von Spindel- oder Nadelform; nicht selten findet man auch Ringe, Schleifen, Stäbe oder röhrenförmige Gebilde“ (p. 33). „Spindeln, Ringe und Schleifen erscheinen entweder homogen oder gestreift“, eine Eigentümlichkeit, die sich aus dem fibrillären Bau der Körper erklärt. Sie sind „nicht gleichmäßig in der Epidermis verteilt, sondern erscheinen inselartig verbreitet“. Am konstantesten ist ihr Auftreten in den Nebenzellen der Spaltöffnungen (p. 34). Dieser Befund von MIKOSCH ist besonders im Hinblick auf HAMORAKs interessante Studien (1915, p. [459] 13) über den eigenartigen Chemismus der Nebenzellen der Spaltöffnungen von allgemeinerem Interesse. Zu verschiedenen Zeiten durchgeführte Beobachtungen zeigten keinen Wechsel im Gehalt an diesen Eiweißkörpern. In den knollenförmigen Stammgliedern von *Oncidium* fand MIKOSCH die Eiweißkörper in den Epidermiszellen nur vereinzelt. In anderen *Oncidium*-Arten wie *O. sphacelatum* Lindl. und *O. flexuosum* Sims. waren die Eiweißkörper nicht zu sehen. In *O. microchilum* scheinen sie sich aus einer körnigen Masse des Plasmakörpers zu differenzieren, „in deren Innern oder an deren Peripherie sich Körnchen" abscheiden, die sich zu „meist nebeneinander liegenden Fäden gruppieren". Von dem mikrochemischen Verhalten dieser Eiweißkörper erscheint am auffallendsten die auch von MOLISCH bei den *Epiphyllum*-Eiweißpeitschen gesehene „sofortige Lösung" in absol. Alkohol. „Häufiger tritt in Alkohol Kontraktion der Spindel oder des Ringes ein bei scharfem Hervortreten der fibrillären Struktur" (p. 36). MILLONS Reagens färbt die Körper ziegel-, Zuckerlösung und Schwefelsäure rosenrot. Für die Eiweißnatur der Körper spricht auch noch der Umstand, daß sie mit Benzaldehyd und verdünnter Schwefelsäure (1 Vol. Säure, 1 Vol. Wasser), der ein Tropfen wässriger Ferrisulfatlösung beigegeben ist, eine schwarzblaue, mit Salizyl- statt Benzaldehyd eine violette Färbung geben, Reaktionen auf Eiweiß, die REICHL mit MIKOSCH (9) in die Mikrochemie eingeführt hatten (p. 37). Mit Rücksicht auf das Verhalten der Körper zum Alkohol glaubte MIKOSCH auf ein Gemenge zweier, einer alkohollöslichen und einer alkoholunlöslichen, Modifikation von Protein in den Eiweißkörpern von *Oncidium* schließen zu müssen (p. 37). Auch die Doppelbrechung der *O.*-Proteinkörper stellte MIKOSCH fest, die er ähnlich wie bei den Stärkekörnchen (8) auf Spannungsunterschiede zurückführte. Über ihre Bedeutung bzw. Funktion enthielt sich MIKOSCH (p. 38) einer bestimmten Meinung.

Peitschen- und ringförmige Zellinhaltskörper aus Eiweiß, allerdings nicht von *Oncidium* sondern von *Epiphyllum*, beschäftigten später (1906—1908) MIKOSCH (15, p. 282) nochmals, aber von ganz anderem Standpunkte. MIKOSCH hatte nämlich im Oktober 1906 „zu Demonstrationszwecken ein auf *Peireskia aculeata* gepfropftes *Epiphyllum truncatum* untersucht, in welchem die MOLISCHschen Körper massenhaft auftraten. Bei dieser Gelegenheit wurde die Pflanze 1 cm unterhalb der Pfropfstelle dekapitiert und der stehengebliebene Stammstrunk von *Peireskia* bei gewöhnlicher Temperatur im Zimmer belassen" (p. 282). „Nach 5 Wochen entwickelte der Stamm einen Seitensproß und Laubblätter von normaler Gestalt, doch sehr geringer Größe, was sich aus den im Arbeitszimmer herrschenden ungünstigen Vegetationsbedingungen und dem dadurch verlangsamten Wachstum erklären läßt." „Die anatomische Untersuchung dieser Blätter“ ergab nun auch in den Epidermiszellen der *Peireskia* „das Auftreten von Inhaltskörpern, die in ihren Gestalten, in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften mit den von MOLISCH beschriebenen *Epiphyllum*-Körpern vollständig übereinstimmten“. In den normal ausgebildeten, ziemlich großen Blättern einer *Peireskia*, die angeblich in gar keiner Verbindung mit *Epiphyllum* gestanden war, suchte MIKOSCH „nach den charakteristischen Inhaltskörpern vergeblich“.

Die hiermit sehr nahegelegte Vermutung, daß die Pfropfung das Entscheidende für die Ausbildung der charakteristischen Eiweißkörper sei, glaubte nun MIKOSCH auf Grund des Ausfalls von fünf Pfropfungen von *Epiphyllum* auf *Peireskia* in der Weise bestätigt gefunden zu haben, daß er in WIESNERs Festschrift 1908 p. 286 erklären zu können glaubte, „daß das Auftreten von *Epiphyllum*-Körpern nach der Pfropfung in den Laubblättern der *Peireskia*-Unterlage durch einen spezifischen Einfluß“ des Reises auf die Unterlage „verursacht wird“.

Dieser mit aller Reserve mitgeteilte Befund erscheint aber inzwischen durch GICKLHORNs (1913, p. 10) Ergebnisse in Frage gestellt, der zeigte, daß Eiweißspindeln in anderen Vertretern in der Familie der Kaktazeen nichts Seltenes sind, weshalb es naheliegt anzunehmen, daß auch *Peireskia*-Exemplare, die nie mit *Epiphyllum* in Berührung kamen, normalerweise „*Epiphyllum*-Eiweißpeitschen“ in ihren Epidermiszellen enthalten.

Als Ursache für „die Entstehung der Chlorophyllkörner (Etoilinkörner)“ sah MIKOSCH (7, 1885, p. [194] 27) einen „im Zellplasma vor sich gehenden Differenzierungsvorgang“ an, „der auf einer lokal beschränkten Verdichtung der Gerüstsubstanz des Zellplasmas beruht“. Dabei sollte nach Beobachtungen an den Kotyledonen von *Helianthus* diese Verdichtung „durch im Zellplasma eintretende“, durch Wasserverlust bedingte „Kontraktionen der Gerüstsubstanz“ verursacht sein. MIKOSCH, der 1885 (p. [195] 28) schon die „zwischen den differenzierten Plasmapartien“, „die sich nicht gelb oder grün“ färbenden Zellplasmafäden gesehen hat, mit denen sich später LIDFORSS (1908, Fig. 1—3) und BORESCH (1914, p. 97) so eingehend befaßten, spann sich schließlich so sehr in diese Gedankenfolge von der Entstehung des Chlorophylls durch Verdichtung, mit der er in schroffem Gegensatz zu SCHIMPER (1880/3, p. 881/105) geriet (siehe auch SENN 1908), ein, daß er sogar die Stärkekörner, die Erzeugungsprodukte (!) der Leuko- und Chloroplasten, der zwingenden Logik seines Gedankenganges nachgebend, als die Konzentrationspunkte erklärte, „um die“ „sich“ „das Zellplasma verdichtet“ (p. [195] 28). „Innerhalb der dichten Plasmahüllen wird allmählich die Stärke aufgelöst bei gleichzeitigem Ergrünen und Substanzzunahme der Plasmahülle (*Zea Mays*)“. Ja, MIKOSCH behauptete geradezu die direkte Organisation der Stärkekörner im Protoplasma, denn nach seiner Meinung lehrten seine Beobachtungen, „daß die Stärkesubstanz in lebhaft vegetierenden plasmareichen Organen nicht, wie angenommen wird, nur in vorgebildeten Plasmakörpern, den Stärkebildnern, zu Stärkekörnern organisiert werden könne, sondern an beliebigen Stellen des Zellplasmas (*Zea Mays*)“ (p. [195] 28).

Die Irrwege, auf die wir hier MIKOSCHs Phantasie geraten sehen — mit einem 2. Fall wo wir MIKOSCHs Gedankengängen nicht folgen können, werden wir durch Arbeit Nr. 6 vertraut —, erscheinen uns um so unfaßbarer, als er es war, der uns 1877 in Nr. 3 p. 3 mit interessanten von der Fachwissenschaft als bedeutungsvoll anerkannten (vgl. HABERLANDT 2, 1909, p. 32) Beispielen der Vermehrung der Chlorophyllkörner durch Teilung bekannt gemacht hat. Es handelt sich um MIKOSCHs Befunde an dem Chlorophyll des unter der Endodermis der Luftwurzel von *Hartwegia comosa* gelegenen parenchymatischen Gewebes. Teilt sich nämlich ein Chlorophyllkorn in diesen Zellen, so wächst es nach MIKOSCH (p. 3) „in die Länge, an den Polen stärker als in der Mitte, so daß das nächste Stadium ein biskuitförmiges Gebilde liefert, das an seinen breiten Enden grün tingiert, in der mittleren Partie aber farblos ist“. Diese färbt sich mit Jodlösung gelb, mit konzentrierter Zuckerlösung und Schwefelsäure rosenrot, „ein Beweis, daß die farblose Mittelzone eines in Teilung begriffenen Chlorophyllkornes substanziell nicht verschieden ist von der Grundlage des grünen Farbstoffes“ (p. 3).

„Die weiteren Stadien sind nur dadurch gekennzeichnet, daß die beiden polaren Partien weiter voneinander rücken, die farblose Plasmazone immer schwächer wird, bis sie endlich ganz verschwindet, womit die Teilung beendet ist.“ Außer dieser Teilungsform fand MIKOSCH beim Chlorophyll von *Hartwegia* auch noch die amitoseartige allbekannte verbreitet, die auch in submers gezogenen, dem Lichte ausgesetzten Wurzeln und in den Blättern zu finden ist.

Auch noch in einer späteren Arbeit (8, 1887) hat sich MIKOSCH wie in Nr. 7, bei seinen Studien über den Bau der Stärkekörner, zur herrschenden Lehrmeinung in schroffen Gegensatz gesetzt, indem er, vielleicht etwas zu sanguinisch, WIESNERs Ergebnisse an Zellhäuten (1886) und dessen Ansichten über den Aufbau der Zellmembranen aus Plasomen auf den Aufbau der Stärkekörner übertrug.

Im Anschluß an SCHIMPERs und ARTHUR MEYERs grundlegende Beobachtungen über die Sphärokristallstruktur der Stärkekörner machte nämlich MIKOSCH Versuche mit Kartoffelstärke, die ihm im Hinblick auf die diversen Zerfallserscheinungen bei längerem Aufenthalte in 0·2% HCl, verdünnter H_2SO_4 und Chlorwasser und dem Sichtbarwerden dichter Schichten der Stärkekörner in verdünnter KOH (p. 8/10) zunächst zur Annahme führten, daß „an dem Aufbau des Stärkekornes“ „Körnchen“ „Anteil nehmen“, die den von WIESNER für den Membranbau postulierten „Dermatosomen“ entsprechend, „als Amylosomen“ zu „bezeichnen“ wären. — Die radiären Elemente, die das doppelbrechende Stärkekörnchen auch da zusammensetzen (*Triticum*), wo ein „Zerfall in Stäbchen“ „auch mit Chromsäure nicht“ zu „erzielen“ war (p. 12), sollen nun nach MIKOSCH selbst nicht doppelbrechend sein, sondern erst durch „Spannungsdifferenzen“ innerhalb des Kornes im Sinne einer von WIESNER ausgesprochenen Ansicht über Doppelbrechung der Zellmembranen doppelbrechend werden (p. 15), eine Eigenschaft, die durch die Lösung des Zusammenhanges verschwinde. — Viel einfacher wird heute das Erlöschen der Doppelbrechung bei den Teilkriställchen der Stärkekörner durch zu starke Schwächung des durch die doppelbrechenden Einzelindividuen hindurchgegangenen und von ihnen zerlegten Lichtes erklärt. — Was weiter die chemische Struktur der Stärkekörner anlangt, so unterscheidet MIKOSCH eine sich mit Jod bläuende Grundsubstanz, in der die Amylosomen eingebettet sind, deren Reaktion mit Jod „nicht mit Sicherheit entschieden werden“ konnte. Zur Grundsubstanz des Stärkekorns rechnete MIKOSCH auch einen „in kaltem Wasser löslichen Bestandteil der Stärke“, den er „nasses Amidulin“ nannte (p. 17).

Mit dem in Arbeit 8 zum Ausdruck kommenden Gedankengange ist der die Untersuchungen der Arbeit 11 beherrschende nahe verwandt. Wie bekannt, hatte WIESNER (1886/91) die Hypothese aufgestellt, daß „die Zellhaut aus sehr kleinen, mikroskopisch noch wahrnehmbaren Elementarkörperchen, den Dermatosomen aufgebaut“ sei, „durch deren gegenseitige Anordnung das Strukturverhältnis der Schichtung und Streifung bedingt“[1]) werde. Dabei dachte sich WIESNER die Dermatosomen hervorgehend „aus feinen Plasmakörnchen“, die WIESNER zuerst Plasmatosomen, später (1890/1) Plasomen genannt hat, deren Existenz ja schon, wenigstens, was den transversalen Durchtritt von Plasma durch die Zellhaut anlangt, in TANGLs grundlegender Entdeckung vom Vorhandensein von Plasmaverbindungen (1880) ihre reelle Unterlage gefunden hat. Nun glückte MIKOSCH mit Kupferoxydammoniak bzw. konzentrierter H_2SO_4 (p. 308/9) sowohl in der Längsansicht wie im Querschnitt schichtenweise angeordnete Körnchenstrukturen in den Bastfasern von *Apocynum Venetum* L. zur Darstellung zu bringen und, was noch interessanter ist, diese wenigstens mit drei der besten sog. Eiweißreagentien „mit konzentrierter Zuckerlösung und Schwefelsäure rot (bis rotbraun), mit Salpetersäure dunkelgelb“ (p. 309/10) zu färben und mit MILLONs Reagens bei ihnen einen rotbraunen Farbenton zu erzielen. Die bereits früher erwähnten von REICHL und MIKOSCH als Eiweißreagens empfohlene Vanillin-Schwefelsäure, der etwas Ferrisulfit beigegeben wurde, färbt jene Strukturen rot oder violett und „Methylenblau wird von dieser“ Körnchen-„Schicht intensiv gespeichert“ (p. 310). Auch die Anwendung der WIESNERschen Zerstäubungsmethode mit verdünnter HCl und H_2SO_4 oder Chlorwasser gelang. MIKOSCH stand daher auch nicht an, zu erklären, daß „diese Körnchen mit den von WIESNER aus den verschiedenen Membranen erhaltenen Elementarkörperchen, den Dermatosomen, identisch sind“, daß es durch seine Untersuchungen „gelungen“ sei, „die Dermatosomen in ursprünglicher Anordnung in der Membran“ „zur Anschauung zu bringen“, „ohne“ diese ganz zu zerstören und daß WIESNERs „den Plasmagehalt der wachsenden Membran betreffender Gedanke“ eine volle „Bestätigung“ erfahren habe. Zeigten ja doch die „inneren, noch wachstumsfähigen Schichten die Reaktionen der Eiweißkörper“ (p. 310/11).

---

[1]) Diese Zitate sind MIKOSCHs Arbeit 11, p. 307, entnommen.

Wenn man nun diese Feststellungen von MIKOSCH mit HANSTEEN-CRANNERs neuesten Befunden (1919, p. 380) über den großen Anteil, den die Lipoide an dem Aufbau der Zellmembran haben, vergleicht und besonders HANSTEENs hochinteressante Photographien der Zellhautstruktur im ultravioletten Lichte zum Vergleiche heranzieht, so drängt sich uns die Überzeugung auf, daß sich gerade diese Beobachtung von MIKOSCH an den Bastfasern von *Apocynum Venetum* L. als wichtiger Stein in den Bau der Wissenschaft von der Anatomie der Pflanze einfügt.

Hat im vorliegenden Falle MIKOSCH einen ganz wesentlichen

Beitrag zur feineren Anatomie der Zellhaut erbracht, so scheint er in einem anderen Falle, bei seinen Studien über die Entstehung und den Bau der Hoftüpfel (6) zu völlig irrigen Auffassungen gekommen zu sein. Heute kann als die entwicklungsgeschichtlich richtige Definition des Hoftüpfels die gelten: Der Hoftüpfel = eine Pore mit vorgewölbten Verdickungsschichten.

Die verschiedensten Darstellungen über die endgültige Ausbildung des Hoftüpfels durch MIKOSCH wie in Taf. III, Fig. 45, der übrigens mit für MIKOSCH typischen Sorgfalt durchgeführten, eine außerordentlich gründliche Literaturkenntnis verratenden, mit einer ausführlichen 25 Seiten langen Literaturbesprechung versehenen Arbeit 6 lassen keinen Zweifel darüber, daß er hierin mit der damals auf dem Gebiete der Holzanatomie Richtung gebenden Auffassung SANIOS (1873, p. 50) übereinstimmte.

Die entwicklungsgeschichtlichen Studien führten ihn aber merkwürdigerweise zu der sonderbaren Annahme (p. [63] 35), daß der Hoftüpfel seiner Anlage nach stets als beiderseits geschlossen zu bezeichnen sei; „in einigen Fällen“ könne „sogar von einem dreifachen Verschlusse“ gesprochen werden (p. [63] 35). „Der Hoftüpfel sei seiner Anlage nach eine einfache Pore“, die „in der primären Holzzellwand gebildet“ werde. Die Hofbildung aber werde „durch Resorption gewisser Teile der später sich verdickenden Porenscheidewand“ bewirkt (p. [62] 34). Nach MIKOSCH „nähern sich“ nämlich „die Innenhäute der beiden Nachbarzellen“ an der oberen und unteren Kante des „den künftigen Hoftüpfel bildenden Linsenkörpers“. „Eine Vereinigung beider“ finde „aber nie statt“. „Der Zwischenraum zwischen ihnen“ werde „meist durch die an dieser Stelle mitunter mächtig entwickelte Mittellamelle ausgefüllt und da kann es dann geschehen, daß die Ausfüllung eine so dichte wird, daß eine Unterscheidung dieser drei verschiedenen Schichten nicht mehr wahrnehmbar ist (p. [58] 30). „Aus dem Entwicklungsgang des Hofes“ gehe „unzweifelhaft hervor, daß an dessen Zustandekommen die Mittellamelle oder die primäre Membran der Autoren nicht beteiligt ist“. „Das, was für letztere angesehen wurde“, sei „nichts Anderes als die Innenhaut gewesen“. „Das“ würde „auch“ durch „Mazerationspräparate“ bestätigt, da durch Mazerationsmittel wie chlorsaures Kali und HNO_3 oder Chromsäure die Mittellamelle, die durch sie eigentlich zunächst angegriffen und gelöst werden sollte, weder zum Verschwinden gebracht noch auch schwächer sichtbar gemacht werde (p. [59] 31). Besagte Mazerationspräparate wären zweifellos wert, nachgeprüft zu werden, um zu sehen, wieso diese Ansicht von

MIKOSCH entstehen konnte. Die Ergebnisse an Schnitten deuten jedenfalls auf die Zugrundelegung zu dicker Schnitte für so subtile Schlußfolgerungen.

Von Arbeiten rein mikrochemischen Inhaltes liegt aus dem wissenschaftlichen Nachlasse von MIKOSCH eigentlich nur die mit REICHL 1890 veröffentlichte Publikation Nr. 9 vor, in der MIKOSCH die wenig dankbare Aufgabe zufiel, die von REICHL gefundenen und für makroskopische Untersuchungen empfohlenen „Eiweißreaktionen“ auf ihre mikroskopische Brauchbarkeit zu überprüfen. Wir sahen ihn bereits (10, 1890) bei *Oncidium microchilum* Bat. die REICHLsche Salizyl- und Benzaldehydprobe mit positivem Erfolge in Anwendung bringen. MIKOSCH kommt nun bei Überprüfung der neuen und der altbewährten Eiweißreagenzien an *Ricinus communis*, *Bertholletia excelsa* u. a. bekannten Versuchspflanzen ähnlich wie KRASSER (1886) zum Schlusse, daß von allen Farbstoffreaktionen auf Eiweiß die Rötung mit MILLONs Reagens, die Rosafärbung mit konz. Zuckerlösung und Schwefelsäure, die Gelbfärbung mit konz. HNO_3 und die Violettfärbung mit $CuSO_4$ und KOH als die besten mikrochemischen Reaktionen auf Eiweiß zu bezeichnen seien, neben denen auch die Rot- bis Dunkelviolettfärbung mit Salizyl-, die Weinrotfärbung mit Anis-, die Orangerotfärbung mit Zimmtaldehyd und die Rot-Blau-Färbung mit Vanillin als brauchbar gelten können (p. 34).

Auf dem Gebiete der Warenkunde zunächst tierischer Rohstoffe studierte MIKOSCH (13) auf Anregung Prof. M. KRAFTs der deutschen technischen Hochschule in Brünn den Einfluß der Temperatur auf die Verbreiterung bzw. Volumszunahme „französischer Merinowolle aus dem K. Sachsen“, wobei sich herausstellte, daß „die mittlere prozentuelle Dickenzunahme“ betrug:

Bei dem in	Luft	auf	45° C	erwärmten	Wollhaar	2·9 %
„ „ „	Öl	„	45° C	„	„	2·8 %
„ „ „	Paraffin	„	45° C	„	„	3·4 %.

Da hierbei nach MIKOSCH „die angewandten Einschlußmittel als solche keinen Einfluß auf die Dickenänderung des Haares nehmen“, so daß als Mittelwert 3 % angegeben werden könne, fällt „die Dickenzunahme bei einem Haare von 20 μ kaum ins Gewicht“.

Der „Wert der Dickenzunahme für im Wasser erwärmte Haare“ wurde mit 4·89 % bzw. 2·32 % gefunden, je nachdem, ob „die Dicke des Haares zuerst in Luft bestimmt, dann Wasser von gewöhnlicher Temperatur hinzugegeben und nun auf 45° C erwärmt“ oder „das lufttrockene Haar zuerst in Luft auf 45° C erwärmt und dann bei dieser Temperatur in Wasser quellen gelassen“ wurde. Etwas größer wurde die Dickenzunahme gefunden, wenn „dasselbe Haar nach Quellung bei gewöhnlicher Temperatur und nach Erwärmung im gequollenen Zustande“ gemessen wurde (4·54—6·06, Mittelwert aus 6 Bestimmungen 5·52). Dabei ist nach MIKOSCH „immer die bereits durch Quellung im Wasser von gewöhnlicher Temperatur sich einstellende Verdickung größer (5·52 mal), als die durch Erwärmung auf 45° C verursachte“. Als sehr maßgebend wurde bei diesen Versuchen von MIKOSCH der Wassergehalt lufttrockener Wolle, den er mit 12% ermittelte (nach GROTHE beträgt er 8—12%), erklärt. Was nun noch die Dickenzunahme anderer Haare als derer des Schafes anlangt, so war sie bei Erwärmung „(in Öl) viel geringer als bei marklosen Schafwollhaaren“. Bei Erwärmung „(in Wasser)“ auf 45° C verdickten sich „Pferdehaare um 2·7%, Rehhaare um 2·5%, Schweinshaare um 1·5%, Eichhörnchenhaare um 1·1%“. Die untersuchten vegetabilischen Fasern: Jute, Hanf, Flachs, Aloë, Manilahanf, neuseeländischer Flachs, Chinagras, erwiesen sich gegen die Temperaturerhöhung ganz unempfindlich, sie „ändern, in Öl oder Luft liegend, bei Erwärmen auf 45° C gar nicht ihre Dicke“.

Die reifste und zugleich letzte produktive Arbeit des Verstorbenen ist seine Untersuchung über die Entstehung des Kirschgummi (16, 1906), die mitten in die Streitfragen über den Ort der Entstehung des Gummis eingreifend, völlig neue Gesichtspunkte über die Gummibildung aufzeigt und wie BORESCHs (1, 1908) schöne Arbeit über die Gummibildung bei Bromeliaceen zeigt, bereits Baustein im Gebäude unserer Wissenschaft geworden ist.

Als herrschende Lehrmeinungen erhielten sich bis zu den Untersuchungen von MIKOSCH:

1. Die nahezu allgemein angenommene WIGANDs (1863), der behauptet hatte, „daß das Gummi im Holzgewebe, vorzugsweise aber in der Rinde“ gummibildender Steinobst-Bäume, „und zwar hier wie dort durch chemische Umwandlung der Zellmembran, respektive Stärkekörner gebildet“ werde, „bei gesteigerter Wasserzufuhr stark aufquelle, „sich durch die Rinde hindurch“ presse, ins Periderm gelange, dieses durchbreche und sich an der Außenfläche der Rinde ergieße, hier erstarre „und die bekannten, der Rinde fest aufsitzenden, halbkugeligen, nierenförmigen Stücke des Kirschgummi“ bilde. (MIKOSCH 16, p. [911/2] 1/2.)

2. Die Ansicht FRANKs und PRILLEUXs (1866, 1874), die annahmen, daß das Gummi der mit Gummi erfüllten Zellen seine Entstehung „den Inhaltsstoffen der benachbarten Zellen“ „verdanke“

und „daß die Hauptmasse“ auch des Rindengummis „aus Stärke“ stamme, „die sich in besonderen, aus dem Kambium entstandenen parenchymatischen Zellen anhäuft“.

3. Die W. HOFMEISTERs, der die „Kirschgummibildung als einen Prozeß“ ansah, „der von noch dünnwandigen Zellen jungen Holzparenchyms“ ausgehe, „in denen Gummi als Zellinhalt“ vorkomme, worauf erst „die Verflüssigung der Membranen dieser Zellen erfolge“. (p. [913] 3.)

MIKOSCH zeigte nun, daß für die Entstehung des Amygdalengummi der Altmeister der Anatomie mit seiner Ansicht das Rechte getroffen hatte und daß speziell die jüngsten Holzparenchymzellen in der Tat die Hauptplätze der Gummibildung darstellen. „An Stelle dieser Parenchymgruppen finden sich späterhin mit farblosem Gummi erfüllte Räume (Gummihöhlen, Gummidrusen)“ oder (p. [922] 12), wie sie MIKOSCH nach der völligen Klarlegung der schizolysigenen Entstehung in Anlehnung an die von NOTTBERG (1897 p. 34) studierten „Harzgallen“, bezeichnet: Gummigallen. (p, [925] 15.) „Hier entsteht das Gummi“ des Kirschbaumes, dort befinden sich als die Initialen und Erzeuger der Gallen die typischen „Gummizellen“, vom Standpunkte der topographischen Anatomie beurteilt. Holzparenchymzellen, deren „Membran“ aber aus Zellulose besteht und in diesem Entwicklungsstadium niemals verholzt ist, auch nicht „die für die Holzparenchymzellen charakteristischen porösen Verdickungen“ besitzen, jedoch unter bestimmten Bedingungen in „echte Holzparenchymzellen“ umgewandelt werden können. (p. [923] 13). Bei der Gummosis verliert die Zellulosemembran übrigens ihr Doppelbrechungsvermögen. Diese Gummizellen verdanken nach MIKOSCH (p. [938] 28) ihre Entstehung einer anormalen Tätigkeit des Kambiums, die ihrerseits wieder durch einen Wundreiz ausgelöst wird. „Die Gummibildung beginnt“ nach MIKOSCH (p. [932] 22) „im Innern der noch immer lebenden Zelle“, „die primäre Membran ist an ihr gar nicht beteiligt“. Hierbei wird das Gummi meist einseitig gegen die Gummigalle ausgeschieden, „an der gegen den Interzellularraum zugewendeten Membranfläche“ „und bildet an dieser eine stark lichtbrechende Kappe, oft von beträchtlicher Mächtigkeit“, wobei die primäre Membran noch vorhanden ist (p. [928] 18.) Durch die Ausbildung des Gummis entstehen eine Anzahl Schichten: 1. Die an den mit dem Kerne versehenen Plasmabeleg anschließende Grenzschicht, 2. die an diese vom Wandbelege erzeugte Membranschicht anschließende Gummimasse, an die 3. außen eine „scharfe deutlich doppelt konturierte Membranschicht anschließt, zwischen der und der den Interzellularraum begrenzenden primären Membran wieder 4. eine Gummimasse eingeschaltet ist. (p. [930] 20.) Die primären sowie die eventuell erzeugten tertiären Membranen verschwinden wahrscheinlich durch Auflösung oder Umwandlung in Gummi, nachdem sie sehr lange erhalten geblieben waren, wobei die Gummimassen zunächst „die Gestalt der Zellen, aus denen sie entstanden“, behalten. Infolge des Wasserreichtums der Gewebe verschwindet aber diese Zellstruktur und die Gummikörper verschmelzen zu einer „homogenen farblosen Masse“, die von Außen nach Innen vorschreitend den Interzellularraum gänzlich erfüllt. Werden an verschiedenen Stellen des anormalen Parenchyms schizogene Räume angelegt, in deren Grenzzellen dieselben Vorgänge vor sich gehen“, so tritt „Zerfall des ganzen Gewebskomplexes“ und die Bildung einer homogenen Gummimasse ein, in der „einzelne isolierte Zellen“ zu sehen sind. „Es macht dann den Eindruck, als ob die Gummibildung von der Interzellularsubstanz und der primären Membran ausgegangen wäre, in welcher die Zellen eingebettet erscheinen“. Nach vollständiger Umwandlung der den schizogenen Raum begrenzenden Zellschichte in Gummi wiederholt sich der Prozeß bei der nun neuen Grenzzellschichte und so fort. So wächst der Gummiraum auf lysigene Weise weiter. „Das Kambium erzeugt aber noch weiter Gummiparenchym, das sich den für die Entstehung des Gummis vorgebildeten Zellkomplexen anschließt“: „Die Parenchymnester werden immer größer.“ Auf diese Art entstehen in der Folge ganz bedeutende Gummimengen, die sich in den Räumen ansammeln, bei genügend vorhandener Feuchtigkeit quellen und auf die benachbarten normalen Gewebe sowohl mechanisch als chemisch zerstörend wirken“, wie bereits von W. HOFMEISTER (1867) gezeigt wurde. (p. [931/2/3] 21/23). „Nur in einem einzigen Falle“ ließ sich der „Austritt des in einem Holzgummiraum gebildeten Gummis nach der Rinde“ — denn auch in ihr kann Gummosis einsetzen — feststellen, sonst bleiben beiderlei Gummiräume getrennt (p [952] 42).

Bei der eben erwähnten Gummibildung in der Amygdaleenrinde findet man die mit Gummi erfüllten radial verlaufenden Räume in „den Phloëmstrahlen zwischen je zwei Markstrahlen“ oder im Chlorophyll führenden Rindenparenchym unmittelbar unterhalb der Peridermschicht“. Entsprechend dem strahligen Bau der Rinde kommt es zu radialen Rissen und Spalten in ihr: Grenzt nun ein Markstrahl an einen solchen Raum, so wölben sich „einzelne Markstrahlzellen nach“ diesem „Raume papillenartig“ vor, wachsen in den Raum hinein, teilen sich mehrfach und bilden ein dünnwandiges, parenchymatisches Gewebe, das unter Umständen den ganzen Raum erfüllen kann.“ Diese thylloiden Zellen sind nach MIKOSCHs Meinung (p. [942] 32) die Gummizellen der Rinde und bedingen schließlich die Ausfüllung des Spaltenraumes mit Gummi. Der geschilderte Vorgang der Ausstülpung und Wucherung der Markstrahlzellen wird zweifellos als Hyperplasie im Sinne KÜSTERs (1916) zu deuten sein (p. [939] 29) genau so wie oft „eigentümliche flaschenförmige“ und anderweitig „deformierte“ Zellgestalten, wie sie in den Gummigallen des Holzes zu finden sind (p. [939] 29). „Häufig lösen sich einzelne der den Gummiraum abschließenden Grenzzellen aus dem Gewebeverband ganz los“, so daß sie isoliert in der Gummimasse erscheinen. Diese freien Gummizellen können lange Zeit ihre Lebenstätigkeit bewahren und in der Gummimasse freiliegende Gewebskomplexe bilden, die „bei dem gesteigerten Wachstum sich gegenseitig berührend und das vorhandene weiche Gummi als scheinbare Interzellularsubstanz zwischen ihren äußeren Grenzen zusammenpressend“, schließlich den ganzen Gummiraum erfüllen.

Von großem Interesse sind auch die Formen der Abschnürung der Gummiherde, mit denen uns MIKOSCH bekannt gemacht hat. Im Holze geschieht dies durch neues normales Holzgewebe, zu dessen Bildung das Kambium nach Erzeugung des Gummiparenchyms neuerlich die Fähigkeit erhält (p. [951] 41) — „Die Gummiparenchymzellen wandeln sich dann immer in Holzparenchym um und sistieren ihre gummibildende Tätigkeit zeitlebens oder nur zeitweilig“ — in der Rinde in der Art, daß rings um den Gummiraum oder die der Vergummung anheimgefallenen Zellen Peridermzonen ausgebildet werden. Hat nämlich irgendwo die Gummosis in der oben geschilderten Weise eingesetzt, so können auch Membranen der Vergummung verfallen und da zeigt es sich nun, daß selbst das sonst außerordentlich widerstandsfähige Sklerenchym in Gummiumgebung den von da ausgehenden chemischen Einflüssen nicht stand zu halten vermag. Die Korklamelle allein ist unangreifbar für den Vergummungsprozeß und so sehen wir Sklerenchymfasern mitten in Gummiherden nur dann erhalten, wenn sie aus dem umgebenden Parenchymzellen durch tangentiale Teilung und Einlagerung von Suberin in die neugebildeten Zellen einen gegen Gummosis einbruchsicheren Peridermgürtel erhalten haben (Fig. 22 d. Tafel III in MIKOSCHs Arbeit 16). Von Periderm ungeschütztes Zellulosesklerenchym verfällt rascher der Gummose als schon verholztes. Dieses verrät auch noch nach der Verwandlung seine Provenienz durch die WIESNERschen Holzstoffreagentien. Derartige Membrangummi sind gelb bis gelbbraun.

Für „das Material, das der Pflanze zur Gummibildung dient", sieht MIKOSCH (p. [950] 40) „in erster Linie Stärke und Zellulose" an und teilt mit FRANK die Ansicht, „der Gummifluß werde in erster Linie durch Verwundungen, die in der Nähe der Wunde auf die Kambiumschicht und auf die Rinde einen Reiz ausüben, veranlaßt" (p. [952] 42).

Sehr interessant sind auch einige gelegentliche pflanzenphysiologische Experimente von MIKOSCH mit abgeschnittenen Zweigen der *Amygdaleen* (p. [919] 9), die entsprechend ausgebaut, eine Fülle pflanzenphysiologischer Erkenntnisse fördern müßten. Jedenfalls springt jetzt schon der Parallelismus der bisherigen Ergebnisse mit W. JOHANNSENs (1900) und H. MOLISCHs (1908/9) grundlegenden Erfahrungen über die Ruheperiode, speziell ihre Befunde über Vor-, Mittel- und Nachruhe in die Augen. Man kann nur bedauern, daß es MIKOSCH nicht mehr vergönnt war, diese Probleme zu lösen.

Die letzten Arbeiten warenkundlichen Inhalts von MIKOSCH Nr. 17, 18, 19, 20 endlich, die in WIESNERs Rohstoffen des Pflanzenreiches veröffentlicht worden sind, sind sehr sorgfältige die Literatur bis zum Verfassungsdatum berücksichtigende Literaturstudien, bei denen MIKOSCH bemüht war, möglichst auch den Wortlaut der WIESNERschen Behandlung der gleichen Themen aus älteren Auflagen der WIESNERschen Rohstoffe beizubehalten.

Verzeichnis der Arbeiten von Mikosch.

Nr 1. Über die Organe der Ausscheidung der Betuloretinsäure an der Birke. Österr. bot. Zeitschrift Jg. XXVI. 1876. Heft 7.

„ 2. Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecken dikotyler Holzgewächse. Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. LXXIV. Bd. I. Abt. Nov.-Heft. Jg. 1876.

„ 3. Über Vermehrung der Chlorophyllkörner durch Teilung. Österr. bot. Zeitschr. Jg. 1877. Nr. 2.

„ 4. Über den Einfluß von Licht, Wärme und Feuchtigkeit auf das Öffnen und Schließen der Antheren von *Bulbocodium vernum* L. Ebenda. Jg. 1878. Nr. 6.

„ 5. — mit ADOLF STÖHR. Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf die Chlorophyllbildung bei intermittierender Beleuchtung. Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. LXXXII. Bd. I. Abt. Juli-Heft. Jg. 1880, p. [269] 1.

„ 6. Untersuchungen über die Entstehung und den Bau der Hoftüpfel. Ebenda. Juni-Heft. Jg. 1881, p. [29] 1.

Nr. 7. Über die Entstehung der Chlorophyllkörner. Ebenda. Juli-Heft. 1885, p. [168] 1.

„ 8. Untersuchungen über den Bau der Stärkekörner. Jahresbericht 1887 d. k. k. Staatsoberrealschule in Währing. Selbst-Verl. Druck von K. Gerolds Sohn.

„ 9. — mit C. Reichl. Über Eiweißreaktionen und deren mikrochemische Anwendung. Sep.-Abdr. aus dem 19. Jahresb. d. k. k. Oberrealschule in dem II. Bez. Wien, Selbstverl. d. Verf. 1890, p. 31—37.

„ 10. Über ein neues Vorkommen geformten Eiweißes. Ber. d. D. bot. Gesellschaft. Jg. 1890. Bd. VIII, Heft 1, p. 33.

„ 11. Über die Membran der Bastzellen von *Apocynum Venetum* L. Ebenda Jg. 1891. Bd. IX, Heft 9, p. 306.

„ 12. Über Strukturen im pflanzlichen Protoplasma. Verh. d. Ges. d. deutschen Naturf. u. Ärzte. 1891. Abt. f. Pflanzenphys. u. Pflanzenanatomie, p. 179.

„ 13. Beiträge zur näheren Kenntnis der physikalischen Eigenschaften der Schafwollhaare. Sep.-Abdr. 1891?

„ 14. — mit A. Zoebl. Die Funktion der Grannen der Gerstenähre. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. CI. Abt. I. Dez. 1892, p. [1038] 1.

„ 15. Über den Einfluß des Reises auf die Unterlage (eingelangt am 24. Sept. 1907). Wiesner-Festschrift 1908, p. 280.

„ 16. Untersuchungen über die Entstehung des Kirschgummi. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. CXV. Abt. I. Juni 1906, p. [911] 1.

„ 17. Katechugruppe, achter Abschnitt aus Jul. v. Wiesner †. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Leipzig—Berlin. Verlag v. Wilh. Engelmann. 1914. Bd. 1, p. 604.

„ 18. Pflanzenfette, neunter Abschnitt. Ebenda, p. 623.

„ 19. Vegetabilisches Wachs, zehnter Abschnitt. Ebenda, p. 700.

„ 20. — mit M. Hönig. Die Kautschukgruppe, dritter Abschnitt. Ebenda, p. 437.

Mikosch-Arbeiten waren sonach solche:

		Summa
a)	Anatomischen Inhalts: Nr. 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15	10
b)	Aus dem Gebiete der pathologischen Anatomie (16) . .	(1)
c)	„ „ „ „ Pflanzenphysiologie Nr. 4, 5, 14	3
d)	„ „ „ „ Mikrochemie Nr. 9	1
e)	„ „ „ „ Warenkunde	
	α) pflanzlicher Rohstoffe: Nr. 16, 17, 18, 19, 20	5
	β) tierischer Rohstoffe: Nr. 13	1
		20

Verzeichnis der außer Mikoschs Arbeiten zitierten Literatur.

Boresch, Karl, Über Gummifluß bei Bromeliaceen nebst Beiträgen zu ihrer Anatomie. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. CXVII. Abt. I. Okt. 1908, p. [1083] 1.

— —, Über fadenförmige Gebilde in den Zellen von Moosblättern und Chloroplastenverlagerung bei *Funaria*. Zeitschr. f. Bot. 6. Jg. 1914. Heft 2, p. 97.

CZAPEK, FR., Über eine Methode zur direkten Bestimmung der Oberflächenspannung der Plasmahaut von Pflanzenzellen. Jena 1911. Verl. v. GUST. FISCHER, p. 8.

FITTING, HANS, Untersuchungen über die vorzeitige Entblätterung von Blüten. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XLIX. 1911, p. 187 u. p. 192!

FRANK, Über die anatomische Bedeutung der vegetabilischen Schleime. PRINGHEIMs Jahrb. V, 1866, p. 1—40.

GICKLHORN, J., Über das Vorkommen spindelförmiger Eiweißkörper bei *Opuntia*. Österr. bot. Zeitschr. LXVIII. 1, p. 8—13. 1913.

GROTHE, Technologie der Gespinstfasern. 1. Bd., p. 34, p. 58.

HABERLANDT, Über fibrilläre Plasmastrukturen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. 19. Neunzehnter Jg. 1901, p. 569 (p. 571!)

—, Physiologische Pflanzenanatomie Leipzig. 1909. Verl. v. W. ENGELMANN. 4. Aufl., p. 32.

HAMORAK, NESTOR, Beiträge zur Mikrochemie des Spaltöffnungsapparates. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Abt. I. 124. Bd. 6. u. 7. Heft v. 14. Okt. 1915, p. [447] 1.

HANNIG, E., Untersuchungen über das Abstoßen von Blüten unter dem Einfluß äußerer Bedingungen. Zeitschr. f. Bot. 5. Jg. Heft 6, p. 417; p. 434! 1913.

HANSTEEN-CRANNER, B., Beiträge zur Biochemie und Physiologie der Zellwand und der plasmatischen Grenzschichten. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 37. Jg. 1919. Heft 8, p. 380.

HOFMEISTER, W., Lehre von der Pflanzenzelle. 1867, p. 234.

JOHANNSEN, W., Das Ätherverfahren beim Frühtreiben usw. Jena 1900. Verl. v. G. FISCHER. 2. Aufl.

KRASSER, FRID., Untersuchungen über das Vorkommen von Eiweiß in der pflanzl. Zellhaut etc. Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien. XCIV. 1. Abt. Dezemberheft. 1886.

KÜSTER, ERNST, Pathologische Pflanzenanatomie. II. Aufl. Jena, Verl. v. GUST. FISCHER. 1916.

LIDFORSS, B., Über kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren. Lund 1908. HÅKAN OHLSSONs Buchdruckerei; Lunds Univs. Årsskrift. N. F. 2, 4, 1.

MEYER, ARTHUR, Untersuchungen über die Stärkekörner. Jena. GUSTAV FISCHER. 1895.

MOLISCH, H., Über merkwürdig geformte Proteinkörper in den Zweigen von *Epiphyllum*. Berichte d. D. bot. Ges. 1885. Jg. III. Bd. III, Heft 6, p. 195.

— —, Über ein einfaches Verfahren Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). I. u. II. Teil. Sitzb. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Abt. I. 1908 u. 1909.

MÜLLER, Einige Bemerkungen über die harzartigen Ausscheidungen an den Birken. Bot. Zeitg. 1845.

NĚMEC, B., Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen. Jena. Verl. v. GUST. FISCHER. 1901.

NOTTBERG, H., Experimental-Untersuchungen über die Entstehung der Harzgallen und verwandter Gebilde unserer Abietineen. Inaug.-Diss. Bern 1897.

PRILLIEUX, Études sur la formation de la gomme dans les arbres fruitiers. Annales des sciences nat. VI. Serie, T. 1 und Compt. rend. 1874.

RICHTER, O., Über den Einfluß verunreinigter Luft auf Heliotropismus und Geotropismus. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. CXV. 1906. März. Abt. I, p. [277] 13.

SANIO, K., Anatomie der gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*). PRINGSHEIM, Jahrb. f. w. Bot. Bd. IX, p. 50. 1873—1874.

SCHIMPER, A. F. W., 1 Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner. Bot. Zeitg. 1880. 38. Jg., Nr. 52 v. 24. XII. 1880, p. 881. 2. Über die Entwicklung der Chlorophyllkörner und Farbkörper. Bot. Zeitg. 1883. 41. Jg., p. 105 u. f.

SCHINDLER, FRANZ, Dr. h. c., Handbuch des Getreidebaus auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. 2. Aufl. 1920. Berlin, Verl. PAUL PAREY, p. 9.

SCHWENDENER, S., Das mechanische Prinzip im Bau der Monokotylen. Leipzig 1874.

SENN, GUSTAV, Die Gestalts- und Lageveränderung der Pflanzen-Chromatophoren. Leipzig. Verl. v. WILH. ENGELMANN. 1908.

TANGL, ED., Über offene Kommunikationen zwischen den Zellen des Endosperms einiger Samen. PRINGSHEIMs Jahrb. f. wiss. Bot. 12. Bd. 1879—1881, p. 170.

WIESNER, JUL., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Leipzig 1873. Verl. von W. ENGELMANN.

— —, Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. I. Teil, p. 175.

— —, Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut. Sitzb. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Jänner-Heft 1886.

— —, Über die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz. Wien 1891.

WIGAND, A., Über die Desorganisation der Pflanzenzelle, insbesondere über die physiologische Bedeutung von Gummi und Harz. PRINGSHEIMS Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. III. 1863, p. 115—182.

Odoardo Beccari.

Von

G. Lo Priore.

(Mit Bildnistafel.)

Odoardo Beccari, dessen Name mit der botanischen Forschung der Malesia eng verknüpft ist, starb in Florenz am 25. Oktober 1920 im Alter von 77 Jahren. Er gehörte unserer Gesellschaft als korrespondierendes Mitglied seit der Gründung an und blieb ihr bis zu seinem Ende treu.

Noch rüstig im Geist trotz seines unermüdlichen Schaffensdranges und der anstrengenden Tätigkeit, hatte er sich bis zum Abend des Hinscheidens mit seinem älteren Schüler und Freunde U. Martelli über die wissenschaftliche Arbeit des folgenden Tages unterhalten. Mit jugendlichem Geist hatte er noch über Probleme nachgedacht, worüber er zu sinnen pflegte, als plötzlich der Körper seinen Dienst zu leisten versagte.

Das unendlich tiefe Beileid seitens zahlloser Bewunderer bezeugt die Verehrung für den genialen erfolgreichen Forscher, für den edlen charaktervollen Menschen. Seine leichte Auffassungsgabe, sein Talent, geistig Durchgearbeitetes sofort in eine gefällige elegante Form zu gießen und es in den Dienst der Wissenschaft zu stellen, erhoben den gründlichen Forscher zu einem genialen begeisterten Schriftsteller.

Beccaris bedeutungsvollste Tätigkeit liegt in seinen systematischen Arbeiten. Schon die Wahl eines botanischen Themas — Illustrazione dell' *Arnoldia cyathodes* Mass. — als Dissertation im Juli 1864 ließ seine Vorliebe für die Pflanzenwelt erkennen. Der in jener Schrift gemachte Versuch, die Anatomie für die Systematik der Arten heranzuziehen, beweist nicht nur Sorgfalt, sondern neue weitere Gesichtspunkte.

Die spätere Vorliebe für die Pflanzengeographie entwickelte sich Dank seines Reisetalentes und der Bekanntschaft mit dem Marquis Giacomo Doria, dem Gründer und Förderer des Museo Civico zu Genua, welchem Doria außer seinen reichlichen Mitteln seinen Namen schenkte. Das Verhältnis blieb bis zum Tode des genueser Gönners geistig und freundschaftlich ein sehr inniges.

O Beccari

Mit DORIA reiste BECCARI als zwanzigjähriger Jüngling im Jahre 1865 nach Borneo und blieb nach der Heimkehr seines Reisegefährten drei Jahre dort, sich mit der Erforschung der Flora und der Fauna, der geologischen und der ethnographischen Verhältnisse beschäftigend.

Die üppige und mannigfaltige Vegetation der Tropen erweckte und trieb den Keim des Botanikers, jedoch wurde der Zoologe und der Geologe nicht minder ausgebildet.

Von seinem Lehrer PIETRO SAVI, dem tüchtigen Zoologen der Universität zu Pisa, in der Zoologie und Anatomie vorgebildet, von dem bekannten BERTOLONI der Universität zu Bologna in das Studium der Pflanzenwelt eingeführt und von dem englischen Geologen LYELL in den auszuführenden Forschungen orientiert, war er zu diesen wie kein anderer vorbereitet.

Die Gegend vereinigte nicht selten, wie Borneo z. B., die Üppigkeit der tropischen Pflanzenwelt mit den klimatischen Vorzügen der gemäßigten Zone. Da, wo BECCARI ein wichtiges Beobachtungsfeld vor der Tür hatte, verwendete er große Sorgfalt auf Pflanzenkulturen in der Nähe seiner Hütte, um lebende Pflanzen und Tiere näher kennen zu lernen. So brachte die Kultur einiger Pflanzen von ökonomischem Wert merkwürdige Tatsachen von praktisch-landwirtschaftlicher Bedeutung ans Licht.

BECCARIs außerordentliche Willenskraft, die lebhafte Freude an der Natur, die Begeisterung für die Erforschung neuer Gebiete brachten es zuwege, daß er Flußschnellen trotzen oder Berg- und Vulkangipfel besteigen mußte.

Schon bei seiner ersten Ankunft auf Ceylon besuchte er außer dem berühmten Paradenia-Garten den Petrotallagalla-Berg (2488 m), den er mit Eifer bestieg. Im Jahre 1865 erforschte er das Kina-balu, eine der höchsten Spitzen Borneos, die er nicht ganz besteigen konnte, auf welchem er aber verschiedene Verbreitungszonen der *Nepenthes* bestimmte: eine basale (bis 1800 m), eine mittlere (1800—3200 m) und eine apikale (3200—4180 m).

Im Jahre 1875 unternahm er die Besteigung des Arfak in Neu-Guinea, die er schon im Jahre 1872 begonnen und unterbrochen hatte; im Jahre 1878 die des Singalangs, auf dessen Abhang er sich eine Hütte für einen längeren Aufenthalt bauen ließ. Das erste Mal wurde der Aufenthalt durch die Krankheit seines Reisegefährten D'ALBERTIs, das zweite Mal durch die seiner Schiffsleute, die an Beri-Beri erkrankten, unterbrochen. Beide Male gehorchte er seiner Pflicht-Stimme, um sofort zu Hilfe zu gehen.

Im Jahre 1878, nachdem BECCARI den Botanischen Garten zu Melbourne und den damaligen Direktor, den bekannten Baron F. v. MÜLLER, besucht hatte, bestieg er den Tafel-, jetzt Wellington-Berg des Neuseeland, kehrte nach Australien zurück und von dort reiste er nach Java, wo er zwei Wochen in Buitenzorg blieb, um sich zu einer Forschungsreise nach Sumatra vorzubereiten.

Kein besonderes Glück hatte BECCARI mit der holländischen Expedition des „Soerabaja“ nach Neu-Guinea, da es ihm untersagt wurde, in der Humboldt-Bucht, deren älteren batimetrischen Angaben einer neuen Kontrolle bedürften, genauere Beobachtungen auszuführen.

Über einige Reisen hat BECCARI nicht selber berichtet, sondern seine Eindrücke intimsten Freunden durch Briefe mitgeteilt, die dadurch wichtige Fundgruben wissenschaftlicher Bedeutung — wie z. B. die Berichte von E. GIGLIOLI — werden. Deshalb wäre die Veröffentlichung von BECCARIs Briefen sehr interessant für Naturforscher.

Er verstand mit Takt und Mut, Feindseligkeiten und Gefahren zu besiegen. Jedoch wurde die Korvette „Vettor Pisani“ zweimal nach Neu-Guinea auf die Spuren unseres Forschers gesandt — eine Anerkennung seitens der italienischen Regierung, welcher BECCARI sehr dankbar blieb. Als er, einige Jahre später, in Eritrea erfuhr, daß der bekannte deutsche Botaniker W. SCHIMPER in Lebensgefahr in Adua war, beschloß er mit kühnem dankbaren Gedanken, ihm von Massaua aus zu Hilfe zu kommen. Glücklicherweise aber erfreute sich SCHIMPER, auch zum Segen für die Wissenschaft, des Wohlwollens der Eingeborenen und seiner eigenen Gesundheit.

Die Betrachtung der wissenschaftlichen Leistung BECCARIs bringt es mit sich, daß hier vorzugsweise die botanischen Forschungen berücksichtigt werden. Von einigen Schriften ist es aber schwer, einen gesamten Überblick zu geben, teils weil die botanischen mit den zoologischen Beobachtungen zusammenhängen und sich dadurch beeinflussen, teils weil BECCARI dahinzielt, den Wald in seinem vollen Leben und Glanz erscheinen zu lassen.

Seine Tätigkeit ist nicht die eines „naturalista viajante“. Eine derartige Stelle hätte er beim Botanischen Garten in Buitenzorg, sogar zum Vorteile seiner eigenen Sammlungen, bekleiden können. Er lehnte aber die Aufforderung der holländischen Regierung ab und entfaltete eine rastlose Tätigkeit auf näheren und weiteren Ausflügen, mit magischer Gewalt zu der Pracht des Landes hingezogen.

BECCARIs Tätigkeit bezieht sich auf zwei Perioden: die erste auf die biologische Forschung Australiens und Malesiens, wo außer Pflanzen und Tieren Sammlungen von naturgeschichtlichem und ethnographischem Interesse zusammengestellt wurden; die zweite auf die Illustrierung des gesammelten Materials, hauptsächlich durch den Verfasser selbst, der nur selten einigen seiner besten Fachgenossen die Aufgabe anvertraute.

Zwei Länder, resp. zwei Werke ragen aus der Tiefe der gründlichen Forschung hervor und strahlen lebhaftes Licht in die Ferne: Borneo und Malesia.

Nur eine kurze Pause trat in der ersten Periode ein, die, in welcher BECCARI, von seiner ersten Reise heimgekehrt, beauftragt wurde, die Direktion des botanischen Instituts und Museums in Florenz zu übernehmen — ein Amt, das er nur wenige Monate inne hatte, denn er meinte, daß dadurch die wissenschaftliche Arbeit beeinträchtigt würde.

Als Direktor des florentinischen Instituts beabsichtigte BECCARI Herbarien und Sammlungen so emporzuheben, daß sie mit den besten seiner Zeit wetteifern konnten. Die klassischen Herbarien von CESALPINO, MICHELI, TARGIONI, die Sammlungen von PARLATORE und WEBB bildeten einen Kern seltener Kostbarkeit, der nur entwickelt werden sollte.

Es liegt nicht in meiner Absicht, hier Verhältnisse auseinanderzusetzen, die einem solchen Plan entgegenwirkten. Es ist nur zu bedauern, daß die Direktion des Instituts bald verlassen wurde.

In dieser Zeit (1869) rief BECCARI die von PARLATORE begründete Giornale Botanico Italiano ins Leben und leitete sie unter dem Titel Nuovo G. B. I. drei Jahre lang. Noch zwei Jahre wurde die Fachschrift von CARUEL dirigiert, bis sie endlich amtliches Organ der Italienischen Botanischen Gesellschaft wurde.

Durch sein besonderes Naturell, durch seinen Aufenthalt in den Tropen geweckte Neigung in der freien Natur zu leben, fiel BECCARI schwer, sich in die gezwungene Tätigkeit des Dozenten hineinzufinden; daraus seine Neigung, den Unterricht von der Forschungstätigkeit zu scheiden und zu üben; daraus auch der Verdruß unter seinen Kollegen und Vorgesetzten, von denen einige solche Arbeitsteilung für unzuträglich hielten. Was aber später zustande kam, ist nur eine mäßige Wiedergabe des älteren Planes des Meisters.

Die alte Tradition, nach welcher Florenz den Glanz einer Blumenstadt mit dem Ruhm einer prächtigen Kunststätte für floristische Studien vereint, hätte sich nicht nur erhalten, sondern mit den kostbaren von BECCARI gesammelten Schätzen zu einem ansehnlichen Kulturzentrum erhoben. Sein Anteil an der Gründung des Florentiner Kolonialen Instituts beweist die Richtigkeit des älteren Planes.

Reich an neuen Ideen, mit sicherem Blick auf die neue Zeit, auf die neue Forschungsrichtung der Pflanzenwelt, wußte BECCARI, wie sich diese nun gestalten sollte. Sein Werk bleibt deshalb reich an fruchtbringenden Ideen und wird für die weitere Entwickelung der Systematik, besonders aber der ökologischen Pflanzengeographie von großem Einfluß sein.

Das bekannteste, zugleich umfassendste und genialste Werk BECCARIs ist unter dem Titel „Nelle foreste di Borneo“ — In den Wäldern Borneos — vor 20 Jahren erschienen.

Der Inhalt bezieht sich auf die im Jahre 1865 — d. h. 50 Jahre vorher — ausgeführte Reise, ist aber noch so frisch und anziehend, als ob der Verfasser erst am Beginne dieses Jahrhunderts von seiner Reise heimgekehrt wäre. Er gibt darin den empfangenen Eindrücken Leben und Reiz und gießt in sie die Glut seiner Jugend.

Wie der Titel lautet, ist der Wald der Hauptzweck der Wanderung BECCARIs auf Borneo. Der Verfasser will den prächtigen Urwald und seine Bewohner in ihrem innigsten Leben kennen, jede Einzelheit beobachten, jeden Hauch lauschen. Er siedelt sich daher in einem der schönsten Punkte des Batangs an, baut sich eine Hütte (Vallombrosa nach dem gleichnamigen prächtigen Waldort Italiens genannt) und hier weilt er monatelang, der Wildheit der Eingeborenen (die gefürchteten Kopfabschneider), den heftigen Regenstürmen und der öden Einsamkeit trotzend, bis die Hütte durch ein Gewitter niedergeschlagen wird.

In einem Land, wo die Vegetation baumartig ist, kann man nur bei häufigen Ausflügen zu verschiedenen Jahreszeiten gute Beute machen, da es bei echten bis 100 m hohen Waldbäumen nur schwer ist, Blüten zu sammeln. Von Vallombrosa aus wandert der junge Forscher nach allen Richtungen und sammelt Material von hunderten von neuen Arten, das heute von unsern besten Systematikern noch nicht ganz durchgearbeitet worden ist.

Die Begeisterung für den Urwald ist so groß, daß er nicht einmal während der heftigen Regengüsse, die alles überschwemmen, zu rasten gedenkt. Solch ein überschwemmter Wald gewinnt einen besonderen Reiz, und der Naturforscher BECCARI wird zu einem Dichter. — „Wie romantisch die Schiffart in einem dichten und wohl beschatteten Urwald! Man fährt unter den hohen Bäumen wie unter den Säulen einer unendlichen Basilika. Die Sonne ergießt Ströme von Licht und Wärme auf die Blätter, welche begierig in die Höhe streben, und wenn ein Sonnenstrahl heimlich durch die grüne Masse bis zum Boden dringt, so wird er durch das dunkle Wasser des Waldes wiedergespiegelt!“

Sehr bezeichnend nennt BECCARI solche überschwemmten Wälder „lagune alberate“ — „gebäumte Lagunen“.

Nicht minder anziehend ist der Wald bei Nacht. Die tiefe Finsternis enthüllt eine neue vor der Sonne verborgene Welt. Jedes Blatt, jeder Zweig, jedes Holzstück, die in Fäulnis übergehen, schimmern im Dunkel wie Phosphor und senden durch den lockeren vom Boden sich erhebenden Nebel ein mildes Licht.

Der Himmel ist zwar nicht so blau und die Sterne sind nicht so glänzend wie in der Heimat am Arno, doch leuchten im Dunkeln eine Menge phantastischer, von großen Leuchtwürmern erzeugter Flämmchen. BECCARI scheint Heimweh zu haben, jedoch waren die ersten, von ihm in der Hütte verbrachten Nächte von einem unvergeßlichen Zauber.

In den „gebäumten Lagunen“ Borneos bleiben die Bäume von einem bis zum anderen Jahre infolge besonderer Anpassung tief im Wasser stecken, während sie bei uns das umliegende Wasser nicht lange vertragen können.

Die Landseen sind sehr ausgedehnte Wasserflächen, die nicht durch Isthmen, sondern durch Sumpfwälder getrennt werden und nur ausnahmsweise in der heißen Zeit trocken bleiben, während welcher sie auf dem schlammlosen Grund eine so große Menge Fische enthalten, daß diese mit der Hand sich fangen lassen. Bei trockenem Wetter dagegen wird die Vegetation dürr.

Die Angaben IDA PFEIFFERs — die im Jahre 1851 durch die Nordgegend Borneos wanderte —, daß sich in den Seen eine Menge trockener Bäume befanden, die gerade da standen, wo sie gewachsen waren, erklärte BECCARI dadurch, daß er meint, jene Bäume, deren Wurzeln dem Wasserleben schon angepaßt waren, hatten die außergewöhnliche trockene Witterung jenes Jahres nicht aushalten können und waren gestorben.

Trotz der Ausdehnung und der mannigfaltigen Lebensverhältnisse sind in diesen Seen nur etwa 50 Arten vorhanden, die sich wiederholen. Mit Ausnahme einiger Epiphyten sind die übrigen meistens Sträucher und kleine Bäume, von denen einige sehr geeignet erscheinen, ein Sumpfleben im süßen Wasser zu führen und mit dem Stamm längere Zeit unter Wasser zu bleiben, wie das sonst in den tiefliegenden Gegenden Brasiliens und an der Mündung des Amazonenstromes vor sich geht.

Darunter verdienen besondere Erwähnung zwei Ochnaceen und eine Rubiacee. Die ersteren, noch nicht beschriebenen *Brackeridgia*-Arten, besitzen rundliche, schwarze, glänzende, 10 mm lange Früchte, die mit dünnem Fleisch bedeckt sind und dadurch einen besonderen Reiz auf die Vögel ausüben, die wahrscheinlich zu ihrer Verbreitung beitragen. Ferner sind die Samen mit Lufthöhlen versehen, die als Schwimmapparate dienen, was mit der geographischen Verbreitung der Gattung im Einklang steht, obwohl die einzelnen Arten trotz dieser Leichtigkeit zur Zerstreuung der Samen sehr lokalisiert sind.

Die Rubiacee (*Dichilanthe borneensis* Baill., sehr ähnlich der früher allein bekannten *D. zeylanica*) läßt bei der Reife den Kelch bauchartig anschwellen, denselben zu einem Schwimmapparate ausbildend.

Von echten Sumpfpflanzen fand BECCARI nur die *Limnophila sessiliflora*, aber keine Nympheaceen, Hydrocharitaceen und Najadaceen.

Das fast gänzliche Fehlen von Sumpfschwimmpflanzen ist wahrscheinlich auf den Umstand zurückzuführen, daß die Gewässer sehr leicht durch die heftigen und reichlichen Regengüsse sich erneuern, infolgedessen sich keine eigentlichen Sümpfe bilden.

Der Boden, wenn auch nicht ganz sumpfig, bleibt immer naß, weil die Sonne durch die grüne dichte Laubdecke nicht so tief einzudringen und zu erwärmen vermag. Nach dem Regen hebt sich vom Boden ein leichter Nebel, der unter der Wirkung der Sonnenwärme ein stürmisches Leben in der Pflanzenwelt erweckt.

Im Schatten der hohen Bäume werden auch die bescheidenen Gräser zu solcher üppigen Entwickelung gefördert, daß sie als Vertreter endemischer Familien kaum zu erkennen sind. So verhalten sich die Farnkräuter, die Zingiberaceen, Araceen, Marantaceen, Urticaceen, Rubiaceen, Melastomaceen, Orchidaceen, Cyperaceen und von den Gramineen die einzige *Leptasis urceolata*.

Die schöne, anregende und poesievolle Schilderung von Borneos Wäldern ist an dem Werk so hervorhebenswert, wie die Fülle wissenschaftlicher Beobachtungen. Man weiß zwar nicht, ob das reizende Buch zu den hervorragendsten Schöpfungen der schönen oder der wissenschaftlichen Literatur gehört; es ist jedoch ein für den Verfasser bleibendes Denkmal.

Die englische Übersetzung brachte viel Neues, doch hat BECCARI die zweite Ausgabe seines Werkes nicht erleben können, die von seinem Freunde und Schüler Prof. UGOLINO MARTELLI neulich in Angriff genommen wurde.

Wenn Malesia das gründlichste Werk BECCARIs ist, das den Verfasser als einen der bedeutendsten Systematiker und Biologen bekannt gemacht hat, so ist Borneo das populärste. Die Eindrücke, die er dort empfing, waren so mächtig, daß sie seine spätere Forschungsrichtung bestimmten. Es war gerade das Land, in dem er viele Jahre lang einsam lebte — ein Land, das er später trotz neuer tieferer Eindrücke nie aufgehört hat zu bewundern und innig zu lieben.

Das Werk sollte den Meister loben! Doch trotz der großen Gunst, der sich dieses meist erfreute, wurde der Hoffnung nicht entsprochen, der Verfasser möchte mit gleicher Anmut und Glut über seine Reisen weiter berichten. Denn mit der gewohnten Willenskraft und Gründlichkeit wandte er sich seinen Lieblingsgeschöpfen, den Palmen, zu, welche reichlichere Lorberen versprachen und seine Lebensaufgabe wurden.

Diese Principes unter den Gewächsen hatten vor BECCARI noch keinen so fürstlichen Kenner und Schöpfer neuer Arten gehabt. Die große Anzahl von Gattungen und Arten, die der Meister entdeckte und benannte, sichern ihm einen ständigen Ruhm — nicht weniger seine grundlegende biologische und phylogenetische Forschung.

Die aus allen Weltteilen zur Bestimmung gesandten Palmenexemplare, das in Polynesien, Asien und Afrika gesammelte Material und die Resultate seiner biologischen Beobachtungen veranlaßten BECCARI, die Hypothese über die Existenz eines ausgedehnten Landes aufzustellen, das mit der Zeit versunken ist. Damit wären eine große Anzahl Zwischenformen der damals lebenden Gewächse verschwunden, welche die Übergänge von der asiatischen zur neuen Welt darstellten.

Die geographische Verbreitung einiger Palmen, der Cocoineae z. B., bietet sonderbare Eigentümlichkeiten, die nur durch diese Hypothese erklärt werden können. Das Auftreten einer mit der Gattung *Jubaea* verwandten Cocoineae, der *Jubaeopsis caffra* in Südafrika und einer *Elaeis*-Art auf Madagaskar würde die Annahme rechtfertigen, daß eine *Elaeis* von Afrika nach Amerika und nicht umgekehrt ausgewandert wäre.

Die in Malesien typische *Eugeissonia*-Art stellt durch ihre größere Verwandtschaft mit den Lepidocaryeae einen Übergang zwischen beiden Tribus dar. Da nun *Cocos nucifera* eine typische Art Malesiens ist, so läßt sich das Auftreten von Palmen des Cocoineae-Typus außerhalb Amerikas, das ursprünglich die Heimat dieser Tribus ist, nicht erklären.

Von der Gattung *Pritchardia* Seem. Wend., welche die größte Verwandtschaft mit anderen asiatischen Palmen bietet, ist ein Vertreter bis zu den Inseln des Karibischen Meeres gelangt, und zwar durch Überschreiten des ganzen Mittelamerika.

Die Palmen werden nicht nur systematisch, sondern biologisch, und zwar mit der gewohnten Gründlichkeit, vom Verfasser behandelt, der in „Annals of Botanic Garden of Calcutta“ im Auftrage der englischen Regierung die Palmen von Indien mit 555 Tafeln illustriert hat.

So liefern einige von Beccari beschriebenen *Eugeissonia*-Arten einen vortrefflichen Sago und in ihrem Pollen ein für Reis und Sago ausgezeichnetes Gewürzmittel. Die Existenz dieses von Tieren sehr begehrten Pollens wäre nun sehr in Frage gestellt, wenn nicht die Blüten ein sehr eigenartiges Aussehen besäßen; sie sind groß, dünn, bis 9 cm lang und mit einer Krone versehen, die durch ihre abstoßende Lederfarbe und ihre Härte die Insekten fernhält, indem sie eine Art Scheide um die Blüten bildet.

Die rudimentäre Kultur der auf dem Redgiang getroffenen *Eugeissonia utilis* Becc. ist nach unserem Verfasser ein lehrreiches Beispiel, wie man allmählich beginnt, wilde Pflanzen zu kultivieren. Wo die Menschen von den Pflanzen ohne große Mühe das abnehmen können, was ihnen nötig ist, da siedeln sie sich an, bauen Hütten und bleiben so lange, bis das Nötige allmählich fehlt. Indessen keimen die um die Häuser geworfenen Samen der Pflanzen und entwickeln sich, durch stickstoffreichere Exkremente befördert, zu üppigeren Gewächsen, welche bessere, den wilden vorzuziehende Früchte und Produkte liefern. So entsteht ein Mutualismus zwischen Menschen und Pflanzen, die durch allmählich progressive Kultur die Merkmale der wildwachsenden verlieren.

Auch die bescheidenen Gräser sind Gegenstand biologischer Betrachtungen. So war z. B. *Paspalum coniugatum*, eine im tropischen Amerika sehr verbreitete Graminee, eine auf Borneo vor der Zeit des Gouverneurs Brooke — dessen Familie noch heute da lebt — eine dort noch nicht bekannte Pflanze, während sie jetzt als Unkraut überall vorkommt. Das Gras verdankt, nach Beccari, seine große Verbreitung nicht etwa den Grannen, Haken oder klebrigen Substanzen, sondern nur den langen, den Glumenrändern ansitzenden Cilien, die bei nassem Zustande jeder vorübergehenden Fläche angeheftet bleiben.

Nicht anders verhält sich *Andropogon aciculatus*, das sogenannte love grass der Anglo-Indianer, nicht etwa, wie Beccari ironisch meint, weil es etwas Liebliches besitzt, sondern nur, weil es, wie die Liebe, klebrig ist. Die kleinen unsichtbaren Samen sind von Grannen und Cilien umhüllt, die an Kleidern und Fellen hartnäckig haften.

Wichtige Beiträge zur Biologie der sogenannten stenophyllen Pflanzen hat BECCARI geliefert.

Darunter versteht er schmalblättrige, an Flußufern oder an Stromschnellen wachsende Pflanzen, die sich von ihren verwandten, im Wald wachsenden Arten dadurch auszeichnen, daß sie lineare Blätter besitzen. Als wirkende Ursachen sieht BECCARI die konstanten Luftströmungen und die periodischen Überschwemmungen an.

Nicht minder anziehend sind die biologischen Erörterungen über eine Wasser-Aracee, die unser Forscher auf dem Redgiang traf und dadurch besonders auffiel, daß sie weite Flächen des Flußbettes mit ihren purpurnen bauschig ausgebildeten Blättern bedeckte. Es ist die sonderbare *Cryptocoryne bullosa* Becc., die zuerst von BECCARI entdeckt und so bezeichnend benannt wurde.

Warum eine solche Konformation der Blätter bei einer Wasserpflanze? fragt er sich. Nach BECCARI ist das Anpassungsvermögen nur eine Folge von Reizen auf Organismen, die einst fähig waren, sich gemäß dem Medium zu verändern. Wie konnten nach diesem Prinzip die Blätter von *Cr. bullosa* dem allgemeinen Verhalten von Wasserpflanzen widersprechend bauschig werden? Ist etwa, da die Pflanze im Schatten lebt, das Bedürfnis, die Assimilierfläche zu vermehren, ohne zugleich in gleichem Maßstabe die Widerstandsfähigkeit der Blattfläche gegen den Wasserstrom zu erhöhen, die Ursache oder ist es eine Folge des Wasserstromes selbst, welcher das zwischen den Nerven vorhandene Gewebe gleichsam aufgeblasen hat? Wahrscheinlich keines von beiden, da ein solches Verhalten bei *Cr. bullosa* bei keiner Wasserpflanze zutrifft.

Die verwandte *Cr. pallidinervia*, die einzige Wasserpflanze des Waldes mit panachierten Blättern, führt zu anderen wichtigen Erörterungen biologischer Natur.

Derartige Ausnahmen sind nicht selten, denn unsere Kenntnisse von der Pflanzenwelt fußen auf der unserer gemäßigten Zone, nicht der der Tropen, so daß die ökologischen Verhältnisse ganz anders sind und oft anstatt eines Kampfes ein Zusammenwirken einzelner Faktoren herrscht.

Ein Unikum stellt die Gattung *Rafflesia* dar, die ohne Wurzel, ohne Stamm, ohne Blätter, also ohne Spur vegetativer Organe, nur riesige Blüten bildet und mit ihnen auf Lianen parasitiert. Dieser Parasit (mit Ausnahme einer *Cassytha*, alle übrigen Parasiten gehören zu den Loranthaceen) bietet seinem Entdecker Gelegenheit, wichtige Auseinandersetzungen über die Evolutionstheorie auszuführen und mit intuitiver Folgerung aus dem eigentümlichen Bau der enormen Blüte über die plötzliche Erscheinung einiger Arten zu schließen.

Das Sumpfleben veranlaßt BECCARI nicht nur zu Betrachtungen biologischen Wertes, sondern auch zu anderen anderer Natur, wie z. B. über die Bildung der Steinkohle.

Das Wasser der überschwemmten Wälder nimmt, ohne trübe zu werden, eine dunkle schwarze Farbe an, und dieses infolge der Humussäure, die sich massenhaft durch die hohe Temperatur, die große Feuchtigkeit und die Unmenge von Mikroorganismen aus den gefallenen Blättern bildet.

Auf Kalkboden nimmt das Wasser keine so dunkle Farbe an und wenn es mit kalkreichem Wasser gemischt wird, verliert es allmählich die dunkle Farbe wegen der unvermeidlichen, zwischen Kalk und Humussäure stattfindenden Reaktion.

BECCARI hatte zwar keine Gelegenheit, den von diesem Wasser gebildeten Niederschlag näher zu untersuchen. Er nimmt aber an, daß auf ein solches Ansammeln von Kohlenteilchen die Bildung von Steinkohle auf Borneo zurückzuführen ist, daß ferner eine derartige Bildung nur auf bewaldetem, nicht aber nacktem Boden und besonders am Grunde der Landseen vor sich geht.

Nicht sehr verschieden von der Vegetation der Baumwälder scheint diejenige der Flüsse, besonders an der Mündung zu sein. Interessant war in dieser Beziehung die Forschung des Redgiangstroms talwärts. Obwohl das Delta dieses Flusses ein ausgedehnter Sumpf ist, ist die Vegetation nicht aus echten Wasserpflanzen gebildet, zumal da hohe Bäume im Wasser leben, während schwimmende und submerse Pflanzen gänzlich fehlen. Als Halbwasserpflanzen gelten Araceen, Pandanaceen und Palmen, die mit ihren Wurzeln tief im Wasser stecken. Es mag vielleicht aus diesem Grunde sein, daß diese Gewächse bei uns nur dann gedeihen, wenn sie als Sumpfpflanzen behandelt werden.

Der Urwald besteht aus einer großen Anzahl von Vertretern allerverschiedenster Familien, die durch eine ausgebreitete Laubkrone, durch hohe, gerade, nackte Stämme ausgezeichnet sind, welche sich am Gipfel verzweigen und an der Basis mit flügelartigen Ansätzen versehen sind.

Die Blüten sind klein, wenig auffallend und fast immer grünlich. Selten sind sie weiß, noch seltener gelb oder rot. Wohlriechende Blüten gehören cirka 60 Bäumen Borneos Pflanzendecke an, jedoch sind die übelriechenden nicht allzu selten.

Epiphyten und Parasiten sowohl auf Stämmen als auf Ästen, Schling-, Ameisen-, Urnen- und Caulifloren - Pflanzen, humusbewohnende Saprophyten sind auf dem Boden überall vertreten. Nicht minder zahlreich und charakteristisch sind die Palmen, zumal da sie gregarisch leben und dadurch beitragen, der Landschaft eine besondere Physiognomie zu verleihen. Im Urwald werden sie klein, fast Zwerge, jedoch behalten sie dabei die Eleganz ihrer Form bei.

Der sekundäre Wald bildet sich auf einem Boden, wo der Urwald — gewöhnlich durch Feuer — zerstört worden ist, und hat im Vergleich zu letzterem keine eigene Charakteristik.

Charakteristisch sind dagegen für Tropenwälder die Lianen, die als Vertreter systematisch verschiedener Familien, sich biologisch identisch verhalten. Mit dem *Calamus* (tauförmige Palmen) bilden sie einen sehr wichtigen Teil der Vegetation; jedoch am typischsten sind die dicotylen Lianen.

Ihre Charakteristik besteht bekanntlich darin, daß sie im Boden wurzeln und sich mit ihren langgliedrigen Stämmen anderer Gewächse als Stützen bedienen, um das Laubwerk und die Blüten vom Boden zu erheben und sie in eine zum Licht günstige Lage zu bringen.

Die von SCHIMPER später unterschiedenen Spreizklimmer, Wurzelkletter, Winde- und Rankenpflanzen hat zwar BECCARI in gleichem Sinne nicht abgegrenzt, jedoch die wichtigsten Eigentümlichkeiten dieser biologischen Gruppen angedeutet oder gar behandelt, besonders was den Bau des Lianenstammes nach ökologischen Prinzipien und die Notwendigkeit anbelangt, die Leitungsbahnen zu verbreiten, um die Leitung des Rohsaftes und der Eiweißstoffe in dem oft sehr langen Stamme zu erleichtern.

Andere typische Bewohner der tropischen Regenwälder sind die Epiphyten, deren Genossenschaft eine der wichtigsten autochtonen Bildungsheerde in N.-Seeland hat.

Die mannigfachen Vorrichtungen, welche diese Pflanzen für ihre Lebensweise zeigen, werden von BECCARI gründlich erforscht. Es treten vor allem Orchideen und Araliaceen, dann Rubiaceen, Urticaceen, Asclepiadeen, Melastomaceen, Loganiaceen hervor.

Die Orchideen halten die hervorragendste Stelle durch Anzahl ihrer Vertreter und Schönheit ihrer Blüten; nur herrscht auf Borneo keine Art allein, also kein generischer Typus auf ausgedehnten Flächen. Die riesige unter ihnen ist *Bulbophyllum Beccarii*, dessen Blüten, gleich denen des *Amorphophallus*, sehr übel riechen; die kleinste ist *B. Odoardii*; die schönste ist *Arachnanthe Lowii* und nach dieser das *Dendrobium superbum*.

Wichtig ist ebenfalls die biologische Forschung einiger Kryptogamen, welchen sich BECCARI zuerst widmete, ohne diese Vorliebe später auszubilden.

Seealgen hat BECCARI nur an der Nordküste Borneos Gelegenheit zu sammeln. Er bemerkt aber, daß die Algen um Borneo nirgends so zahlreich wie im Mittel- und Roten Meer vertreten sind, weil der sandige Grund des Meeres durch die tiefen Wellen des Nordostwindes bewegt, das Leben von Algen verhindert, welche klares und ruhiges Wasser zu ihrer Entwickelung nötig haben: darunter *Sargassum angustifolium* und die neuen *Dictyota maxima* Zan. und *D. Beccariana* Zan.

Von Seealgen fanden sich zwei: *Bostrychia bryophila* Zan. und *Delesseria Beccarii* Zan. im Redgiang- und Lodomakflusse. Dies gilt übrigens nicht als neu, da, wie BECCARI angibt, auch *Delesseria*- und *Bostrychia*-Arten im französischen Guiana ebenfalls im Süßwasser von Bergströmen, und zwar bis zur Höhe von 200 m ü. M. beobachtet worden sind.

Eine andere *Delesseria*-Art (*D. adnata* Zan.) und die *Bostrychia fulcrata* Zan. wurden auf Blattstielen von *Nipa* beobachtet, die abwechselnd sich im Süß- und Salzwasser befand.

Diese deutlichen Beispiele einer fortschreitenden Anpassung von echten Seealgen zum Leben im Süßwasser zeigen eine erstaunliche Analogie in den biologischen Verhältnissen der Borneo- und Guianaflüsse, was den Verfasser berechtigt, einen ähnlichen Anpassungsprozeß anzunehmen, welche vom geologischen Standpunkte aus mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Bodenerhebung zurückzuführen ist.

Der vielfach verbreiteten Meinung widersprechend, daß Pilze in den Tropen nicht häufig seien, berichtet BECCARI, daß er ganz in der Nähe seiner Hütte im Mattang während einer Stunde eines Septembertages Gelegenheit hatte, 49 Arten zu sammeln: darunter 3 Myxomyceten, 14 Agariceen, 10 Polyporeen, 6 Auriculariaceen, 3 Pezizeen, 3 Phacidieen, 10 Sphaeriaceen. Unter den Agariceen fanden sich auch phosphorescierende Arten, von denen eine, auf eine Zeitung gebracht, es ermöglichte, dieselbe zu lesen.

Was die Flechten betrifft, so hebt BECCARI hervor, daß Laubflechten in Borneo relativ selten sind, während Krustenflechten besonders auf Cocos-, Areca-, Orangen- und anderen mit glatter Rinde versehenen Bäumen vorkommen. Den Grund dieser Erscheinung glaubt BECCARI darin zu erblicken, daß die glatten, am Tage erwärmten Rinden, in der Nacht sich abkühlen und Wasserdampf condensieren. Aus demselben Grunde siedeln sich Orchideen und andere Epiphyten mit Vorliebe auf solchen glatten Rinden an, und zwar nicht selten auf den höchsten und am meisten exponierten Teilen, wo ihre Samen, wie anzunehmen ist, nur schwer keimen können.

Wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich, entgeht kein Vertreter der Pflanzenwelt, von den hohen Bäumen des Urwaldes (Bombaceen, Moraceen, Dilleniaceen, Dipterocarpeen, Ebenaceen, Sapotaceen etc.) bis zu den niedrigsten Gewächsen, der Beobachtungsschärfe des gewandten Naturforschers.

Parasiten und Saprophyten, darunter die prächtige *Rafflesia Tuan Mudae* Becc. sind Gegenstände wichtiger Auseinandersetzungen. Auch die riesige unter den Blumen, der *Amorphophallus Titanum* Becc., vom Verfasser zum ersten Mal auf Sumatra entdeckt und zum ersten Mal in Kew (1889) zum Aufblühen gelangt, wurde mit meisterhaften Skizzen biologisch illustriert. Außer dieser riesigen entdeckte BECCARI auch die kleinste unter den Aroideen, die *Microcasia pygmaea.*

Malesia ist das Hauptwerk, das den Namen BECCARIs als einen der bedeutendsten Systematiker und Biologen bekannt machte. Es ist auch das Land, das er, trotz der Wildheit der Natur und der Eingeborenen — der gefürchteten Menschenfresser und Kopfabschneider — liebgewonnen hatte; wo er durch Güte und Takt unsere Kultur respektieren und weiter eindringen ließ. Nur selten ist die biologische Forschung eines Landes mit dem Namen eines Mannes so verknüpft wie die von Malesia mit dem Namen BECCARIs. Kein anderer hat es so verstanden, sich den gestellten Aufgaben zu widmen und sie planmäßig von bestimmten Gesichtspunkten aus in Angriff zu nehmen.

Der Plan, eine umfassende Darstellung der Ökologie der Malesia auf Grund seiner Beobachtungen zu versuchen und in derselben seine gesamte Erfahrung zu verwerten, wäre nach dem ersten Band unvollendet geblieben, wenn das florentinische Institut mit den Fonds der Gründung von WEBB und später die englische Stiftung mit denen von BENTHAM nicht zu Hilfe gekommen wäre.

Die drei Bände liefern eine Fülle von interessanten neuen Formen und von wertvollen Beiträgen zur Kenntnis der Malayischen

Flora, deren Hauptwert in der vorzüglichen Ausstattung mit analytischen und Vegetations-Bildern liegt.

Die grundlegende Forschung der Palmen, die systematisch, biologisch und phylogenetisch behandelt werden, sowohl die große Anzahl neuer Arten und Gattungen, die hier zum ersten Mal erscheinen, sichern BECCARI in der Systematik ein bleibendes Denkmal.

Nicht nur als Systematiker, sondern auch als Bahnbrecher auf verschiedenen Nebengebieten hat BECCARI es verstanden, mit jugendlich beweglichem Geiste diesen den Stempel seiner Persönlichkeit aufzudrücken.

Als Zoologe studiert BECCARI die Gewohnheiten der Tiere, von denen die Malesen große Kenner sind, um sie mit seinen Ideen und Theorien in Verbindung zu bringen. Er unterscheidet aber, was mit diesen übereinstimmt und was nicht; dagegen ordnet er Tatsachen und Beobachtungen seinen Theorien nicht unbedingt unter.

Auch den Fischen widmet er großes Interesse. Er hebt vor allem hervor, daß die Malesen für dieselben die binomiale linnéische Nomenklatur befolgen, nach welcher der erste Name generisch, der zweite spezifisch — sich auf die Eigenschaft des Tieres beziehend — zu deuten ist.

Beim Vergleich der prachtvollen Farben der die Polipaien bewohnenden Fische mit den bescheidenen der die Sandflächen bewohnenden findet er Gelegenheit, die Pracht eines Siluroiden, eines Waldfisches, zu bewundern, um daraus zu schließen, daß die Farbe des Wassers und der darin enthaltenden Gegenstände eine energische Wirkung auf die Farbe der Fische ausgeübt haben.

Als Anatom erweist sich BECCARI bei wichtigen Auseinandersetzungen über Steatopygie, ebenso über die Humanisierung der Anthropomorphen und den Ursprungsort des Menschengeschlechtes.

Nach Menschenskeletten und lebenden Anthropomorphen fahndete BECCARI eifrig, um die Frage zu erörtern, ob der Orang-Utang eine archaische Form des Menschen darstellt, oder ob in Borneo irgendein Anthropomorph gelebt hat, der den Menschen ähnlicher ist als der jetzige Orang-Utang. So wurde die Erforschung der Höhlen Borneos eine der größten Bestrebungen BECCARIs, da er hoffte, dort irgendeinen Überrest von Anthropomorphen zu entdecken, der besonders geeignet wäre, die Identität mit dem Menschen ans Licht zu bringen. Er wurde dazu von dem berühmten LYELL veranlaßt, welcher meinte, daß wie in Australien alle bis jetzt entdeckten fossilen Säugetiere zu den Marsupialen gehören, so wäre es möglich, daß in Borneo, wo Orang-Utangs leben, noch Überreste von irgendeiner ausgestorbenen Art dieser Gruppe gefunden würden.

Wenn auch die Forschung nach diesem Ziele resultatlos blieb, kommt BECCARI auf Grund scharfsinniger Erwägungen zum Schlusse, daß nichts entgegensteht, daß der Mensch schon seit uralter Zeit in Borneo gelebt habe; daß aber nichts andeutet oder wahrscheinlich macht, daß Borneo ein Bildungszentrum der Gattung Homo sei, während dagegen alle Urkunden zugunsten der Gattung Simia sprechen.

Für spätere Forschungen in diesem Sinne bleibt die BECCARIsche im Museo Civico zu Genua aufbewahrte Sammlung von Anthropomorphen einzig in ihrer Art.

Als Geolog erforscht BECCARI besonders die Bildung von Fossilien und Steinkohle, von porphyrischen und madreporischen Hügeln.

Als Ethnolog gibt er ein treues Bild der Menschen von Borneo und anderen Inseln des Malayischen Archipels. Er beobachtet jede Einzelheit, erkundigt sich über Sitten und Gebräuche, über Sprache und Religion, gibt aber nicht alles mit gleicher Gläubigkeit wieder. Vielmehr erzählt er oft manches derart, als ob er daran glaubte, um zuletzt mit einem Witze oder einer sarkastischen Bemerkung die bis dahin gespannte Aufmerksamkeit in eine ganz andere Richtung zu lenken. So z. B. wenn die Rede von vermeintlichen Liebschaftsverhältnissen malesischer Frauen ist, welche von Orang-Utangs geraubt worden wären. Derartige Liebesromane überläßt BECCARI der Phantasie künftiger Dichter jenes Volkes!

Besondere Aufmerksamkeit widmete BECCARI den Ameisen, angesichts der Hauptrolle, welche diese in den Tropen im Haushalt der Natur spielen.

BECCARI meint, daß, wenn auch diese Tiere als nützlich anzusehen sind, sie ihre zahlreichen Schutzmittel nur der großen Menge ihrer Feinde verdanken. So z. B. die Gewohnheit einiger, sich mit Schaum zu bedecken; die anderer, einen starken Pfeffergeruch zu senden oder Ameisensäure zu bilden; die anderer, so heftig zu stechen, daß der Stachel samt dem Kopfe in der Wunde stecken bleibt; schließlich die Gewohnheit anderer, ihre Larven in der Mitte des Körpers mit den Kiefern zu drücken und sie dadurch zur Ausscheidung einer Art Mundspeichel zu bringen, der dazu benutzt wird, um Blätter zusammenzukleben.

Daraus schließt BECCARI, daß die große Intelligenz der Ameisen nicht nur infolge der mächtigen Gehirnmasse, sondern besonders infolge der starken Mundteile sich entwickeln konnte, welche dem Befehl des Nervensystems wie bei uns die Hände dem des Gehirnes unterworfen sind. Er schließt aber nicht ohne weiteres auf eine mutualistische Symbiose zwischen Pflanzen und Ameisen, auf das allgemeine Schutzbedürfnis der Pflanzen gegen Insektenfraß, gegen unberufene Pollenräuber.

BECCARI hat indomalayische Pflanzen beschrieben und illustriert, die von Ameisen bewohnt werden und ihnen derart angepaßt sind, daß sie eigentümliche Strukturen und Organisationen aufweisen. Darunter das von ihm auf Borneo entdeckte *Clerodendron fistulosum* eignet sich mit seinen hohlen Internodialräumen in ausgezeichneter Weise als Wohnstätte der Ameisen, wie es später auch SCHIMPER als echte Ameisenpflanze angesehen hat. In anderen Fällen wurden keine engere gegenseitige Beziehungen zwischen Ameisen und Pflanzen festgestellt, da es sich vielmehr um pathologische Bildungen handelte. Andererseits stimmten die alt- mit den neuweltlichen Ameisenpflanzen in ihren Organisationseigentümlichkeiten nicht immer überein. So werden die bekannten MÜLLERschen Körper der amerikanischen Ameisenpflanzen durch eigentümliche Perldrüsen auf einigen malayischen Pflanzen ersetzt, welche Drüsen nach RACIBORSKIs Versuchen binnen kurzem abgeweidet werden, wenn Ameisen auf sie aufmerksam gemacht werden.

Die von BECCARI vertretene Ansicht, daß das Labyrinth der bekannten *Myrmecodia tuberosa* - Knollen durch die Tätigkeit der Ameisen hervorgerufen wären, wurde von TREUB durch Anzucht der *Myrmecodia* aus Samen zurückgewiesen, indem er keine Organisation erkannte, die notwendig als ursprüngliche Anpassung an den Ameisenbesuch gedeutet werden konnte. Jedoch drückt sich TREUB in bezug auf die Funktion in der Weise aus, daß diese neben der Wasserspeicherung auch die eines Auffang- und Zufuhrorgans übernähme.

Die Erforschung dieser Verhältnisse wurde zu einer der bevorzugten Aufgaben BECCARIs, welcher Hypothesen aufstellte, die, trotz neuer Beobachtungen anderer Forscher, einen bleibenden Wert behalten.

Myrmecophile Pflanzen als typische Vertreter der Tropenflora sind zumeist von Schutzameisen bewohnt. Die Anpassungen zum Anlocken der Ameisen und das Vorkommen besonderer Vorrichtungen beweisen, daß die Myrmecophilie auch gegen andere Feinde der Vegetation, und zwar, wie DELPINO gezeigt hat, zum Schutze der Blüten gegen Insektenfraß zustande kommt. Auch die Läusezucht der Ameisen würde dazu gehören.

Eine Anzahl dieser Vorrichtungen wurde von BECCARI in „Le capanne ed i giardini dell'*Amblyornis inornata*“ beschrieben und abgebildet. Es wurde hervorgehoben, daß viele Pflanzenarten in den Tropen Nektarien bilden, ohne zugleich den Ameisen Wohnung zu bieten, zum Teil gegen DELPINOs Verallgemeinerung seien die Nektarien Lockmittel für Schutzameisen. Andererseits kommen als Ameisengallen aufgefaßte Bildungen auch mit ihren Eigentümlichkeiten zustande ohne jede Mitwirkung der Ameisen. Es handelt sich in diesen Fällen um eine mutmaßliche Myrmecophilie.

Um die abweichende Gestalt einiger Formen zu erklären, wies BECCARI darauf hin, daß die erste Anschwellung des hypocotylen Gliedes der Ameisenpflanzen einiger Epiphyten unabhängig von dem Reize der Ameisen geschieht, daß aber sein weiteres Wachstum und die Bildung der charakteristischen Hohlräume eine Folge des von den Ameisen ausgeübten Reizes ist.

Daß die Bewohner einiger Epiphyten-Knollen keine Schutzameisen sind, beweist die Tatsache, daß sie die beblätterten Sprosse der Knollen abweiden lassen, ohne irgendeine Reaktion ihrerseits dagegen auszuüben; sie gewähren also gar keinen Schutz, wie sonst dies bei jungen Pflanzen geschieht.

Man hat zwar hervorgehoben, daß BECCARI richtige Beweise für die eigentümlichen Organisationen der Ameisenpflanzen nicht beigebracht hat. Jedoch hat SCHIMPER experimentell auf Grund anatomischer Untersuchungen nachgewiesen, daß das von BECCARI auf Borneo entdeckte *Clerodendron fistulosum* gleich dem *Cl. myrmecophilum* von Malakka eine echte Ameisenpflanze ist.

Echte MÜLLERsche Körper zur Nahrung der Ameisen fehlen in den indomalayischen Ameisenpflanzen. An ihrer Stelle treten vielmehr Nektarien auf, so daß einige myrmecophile Pflanzen (*Macaranga triloba* z. B.) ein altweltliches Seitenstück zu den neuweltlichen *Cecropia*-Arten darstellen.

Echte pilzzüchtende Ameisen fehlen der Altwelt. Das Gedeihen eines Pilzes in den Labyrinthkammern einiger *Myrmecodia*-Arten ist nach MIEHE an das Vorhandensein von Ameisen gebunden. Der Pilz dient wahrscheinlich nicht als Nahrung wie bei den neuweltlichen Ameisengärten, ist vielmehr ein unvermeidliches, durch die Abgänge der Ameisen zur Entwickelung gebrachtes Unkraut, das rasiert wird, weil es zu einem Verkehrshindernis werden könnte.

Wie alle Beobachtungen und Forschungen BECCARIs, sind auch diese auf anderen Gebieten von großer Gründlichkeit und Gewissenhaftigkeit. Die verschiedenen Lebensäußerungen werden nicht nach einem vorgefaßten Schema geordnet, sondern gründlich erforscht und belebt. Denn selbst für Fernstehende verstand er die Botanik mit lebhafter Phantasie zu beleben, und auch im botanischen Gebiete selbst hegte er keine Geringschätzung gegen andere Richtungen der Pflanzenforschung oder gar der Nebengebiete, deren Fortschritte er genau verfolgte, obwohl einige derselben, wie z. B. Anatomie und Physiologie, kein Gegenstand besonderer Abhandlungen geworden wären. Die Begeisterung bestand nur für die Pflanzenwelt, nie für seine eigene Leistung, die er nie in den Vordergrund setzte.

Besonders wichtig sind die phylogenetischen Betrachtungen BECCARIs über die Stammesgeschichte der gegenwärtigen Hauptformen der Pflanzenwelt. Ihre Bedeutung erscheint um so größer, wenn man bedenkt, daß die phylogenetische Forschung der Pflanzen — im Vergleich zu der der Tierwelt — noch nicht so fortgeschritten ist.

BECCARI hat zuerst darauf hingewiesen, daß eine Blüte von *Gnetum* ähnlich mit der einiger Angiospermeae Monochlamydeae ist. So mögen die baumartigen Angiospermeae der geologischen Formationskreide aus den Gymnospermeae durch die Gnetaceae und die weitere Vermittelung der Casuarineae zustande gekommen sein.

Nicht ebenso klar wäre die Phylogenie einiger Monocotylen, der Palmen z. B., da die Kettenglieder zwischen Gymnospermeae und Monocotylen, zwischen letzteren und den Dicotylen bis zu uns nicht gelangt sind. Als Zwischenglieder können vielleicht die Dioscoreaceae und Aristolochiaceae angesehen werden, zumal, da BECCARI in letzteren zwei rudimentäre Cotylen beobachtet hat.

Was die Monocotylen betrifft, so ist es schwer, sie aus irgendeinem Typus der gegenwärtigen Monospermeae herzuleiten. Sie können vielmehr als kollaterale Zweige eines gemeinsamen Urstammes angesehen werden. Ihre nächsten Verwandten wären die Balanophoraceen und Rafflesiaceen.

Diese Ausführungen sind nicht nur von theoretischem, sondern auch von entwickelungsgeschichtlichem Wert, da sie auf vergleichend-morphologischen Befunden fußen.

Ökonomische Bedeutung haben dagegen die sorgfältigen Berichte über industrielle Nutzpflanzen für die Bildung von Kampher, Guttapercha, Kautschuk, Öl-, Harz- und Gummiarten, Faser-, Rinden- und Farbstoffen; über Gift- und Arzneipflanzen, wilde und kultivierte Gewächse.

Ein so reiches, noch unerforschtes Gebiet wie Malesien und ein mehrere Jahre im Urwald geführtes Leben veranlaßten BECCARI, Theorien aufzustellen, nach welchen Tatsachen und Beobachtungen nach einer leitenden Idee erklärt werden und dadurch einen Sinn bekommen.

Die Theorie, welche diese Forschungen beherrscht, ist die der Schöpfungs- oder der Plasmationszeit — „epoca creativa o plasmativa“ —, dahingehend, eine Zeit anzunehmen, in der jeder Organismus befähigt war, sich nach seinen Bedürfnissen und Wünschen, sogar nach seiner Eitelkeit und Laune zu gestalten. In jener Zeit, in der die Welt noch jung und die Vererbungskraft noch schwach war, mußten die Organismen mehr als jetzt befähigt sein, den äußeren Reizen nachzugeben und die geschmeidigen Glieder je nach der Übung zu gestalten.

Diese Theorie ist durch bald aus dem Pflanzen-, bald aus dem Tierreiche entlehnte Beispiele erläutert. So meint BECCARI, daß, wenn die Blüten einer Pflanze jener Zeit aus irgendeinem Grunde zerstört wurden und daher keine Früchte und Samen bildeten, die Pflanze neue Blüten aus der Stammesrinde und besonders dort, wo die Bildungsherde vorhanden sind, sprießen lassen mußte. So sollen die sog. „cauli fiorenti“ — „blühende Stämme“ — oder „flowering trunks“ nach WALLACE entstehen, die nach diesem Autor auf den Umstand zurückzuführen sind, daß in den Tropen Schmetterlinge und andere Insekten sich unterhalb der dichten Masse der Blätter in der Höhe dieser adventiven Blüten bewegen. Wenn diese Behauptung erklären kann, wie die zum ersten Mal so entstandenen Blüten die abnorme, aber für die Pflanze vorteilhaftere Stellung weiter vorgezogen haben, so erklärt sie aber nach BECCARI doch nicht, weshalb jene Blüten, die gewöhnlich am Ende der Sprosse sich bildeten, auf einmal am Stamm erschienen. Desto weniger erklärt sie, wie einige *Ficus*-Arten (*F. capensis* z. B.) im Botanischen Garten zu Catania[1]) die sonderbare Erscheinung weit von ihrer Heimat und in ganz anderen Verhältnissen wiederholen.

BECCARI weist auf Borneos Reichtum an Früchten hin mit dornigem schmackhaften Fleisch und nahrhaften Samen, ebenso auf das relative Fehlen von echt dornigen Pflanzen, und bemerkt, daß ein solches Verhalten nur eine Folge von gegenseitigen in der Plasmationszeit erfolgten Reaktionen zwischen Pflanzen und

---

1) Cfr. LO PRIORE, Die Cauliflorie nach alten und neuen Anschauungen Naturwiss. Wochenschrift. Jena 1907.

Tieren anzusehen sei, da dornige Pflanzen häufig sind. Man kann dagegen einwenden, daß es in den Ebenen Südamerikas dornige Pflanzen gibt, während Wiederkäuer fehlen, und daß es sehr dornige Pflanzen gibt, welchen sich keine Tiere nähern.

Die aus der Tierwelt entlehnten Beispiele, um die Theorie der Plasmationszeit zu erläutern, verdienen noch besondere Beachtung. So weist BECCARI auf die sehr verbreitete Anpassung der Säugetiere Borneos an das Fliegen hin, d. h. sich mit flügelartigen Fortsätzen zu versehen, um dadurch von einem zum anderen Baume zu springen. Er betont, daß zum Laufen eingerichtete Beine auf einem nassen oder submersen Boden ziemlich unzweckmäßig wären.

Die prachtvollen Farben der Vögel und Schmetterlinge stellen nur eine Wiedergabe (man möchte fast sagen eine Farbenphotographie) von den beobachteten oder bewunderten Gegenständen dar. Die Phantasie kann weit um diese lieblichen Geschöpfe spielen!

Bei einer anstrengenden Tour im Wald verirrt, kommt BECCARI nach unnützem Wandern schließlich auf den Gedanken, den Spuren des „Kap", des kleinen malayischen Hundes zu folgen, um den richtigen Weg wiederzufinden. Bei seiner Bewunderung der großen Intelligenz dieses Tieres, meint BECCARI, daß, wenn sich der Mensch in der Plasmationszeit dem Hund zugesellt hätte, dieser bei der großen Aufmerksamkeit, mit welcher er unseren Bewegungen folgt und den Ausdruck unserer Mienen versteht, mit ähnlichen Bewegungen seiner Vokalorgane geantwortet und anstatt unartikulierte Klänge zu bilden, eine Sprache gelernt und gesprochen haben würde. Wie kann man aber annehmen, daß die plasmative Zeit aufgehört habe, wenn sich heute noch, unter unseren Augen, neue Formen bei Haustieren und gerade bei Hunden bilden?

Man kann BECCARIs Meinungen nicht immer zustimmen, muß ihm aber eine große Genialität der Ideen zuerkennen.

Es ist nicht nur der Naturforscher im wahren Sinne des Wortes, sondern auch der Dichter, der meisterhaft und ohne Prahlerei von den höchsten bis zu den einfachsten Dingen erzählt und Gelegenheit findet, philosophische Abschweifungen einzufügen.

Diese Theorie wird mit der Hypothese über die Entstehung neuer Arten ergänzt, die infolge äußerer, durch Klima und Boden geübten Reize entstanden ist.

BECCARI versteht das Klima im weitesten Sinne des Wortes, den Boden als biogeologischen Komplex, samt den Stoffwechselprodukten giftiger und enzymatischer Natur, die sich infolge der

Tätigkeit unzähliger Mikroorganismen ansammeln. Die verschiedenen Stoffwechselprodukte können sowohl auf Pflanzen als auf Tiere zu Correlationen führen, die dahin gehen, besondere, durch Organänderungen bedingte Anpassungen zu bestimmen. Auf Tiere können die verschiedenen Nahrungsstoffe, resp. Flora und Fauna des Verdauungsapparates mit den entsprechenden Reaktionen von besonderem Einfluß sein.

Die augenfälligen Correlationserscheinungen zwischen Pflanzen und Tieren auf einem so jungfräulichen Boden veranlaßte BECCARI zu erwägen, wie sich neue Arten bilden.

Die Art würde nach BECCARI aus einer Anzahl Individuen bestehen, die äußeren Kräften und Reizen gegenüber ein Gleichgewicht erreicht haben und dadurch befähigt sind, Nachkommen mit ähnlichen elterlichen Merkmalen hervorzubringen.

Im Kampf gegen äußere Angriffe sollen in der Plasmationszeit besondere Anpassungsformen entstanden sein, welche gerade in jener ersten Periode durch eine große Variationsfähigkeit ausgezeichnet und mit einer großen Anzahl Zwischenglieder verbunden waren, die nachher verschwunden sind und dadurch die Herstellung einer continuierlichen Kette jetzt nicht ermöglichen.

Die Art kann aber auch durch plötzliche Bildung neuer Formen entstanden sein, die sich der Umgebung anpassen — in gewissem Sinne wie die Mutationen von DE VRIES entstanden sind. Demnach würden die polytypischen Arten neuer, die monotypischen alter Plasmation sein.

Jeder Wechsel in der Umgebung kann besondere Anpassungen in der äußeren Gestaltung der Organismen bedingen. So sind die Farben von Vögeln und Schmetterlingen, die gründlich dieselbe mimetische Ursache haben, nur der Ausdruck äußerer Faktoren. So wurde der enge Zusammenhang zwischen dem Vegetationscharakter und den Bedingungen extremer Klimate an augenfälligen Anpassungen von BECCARI nachgewiesen.

Während der Plasmationszeit besaß der lebende Organismus ein großes Variationsvermögen und konnte sich je nach den äußeren Faktoren plasmieren. Jetzt sind aber die Arten unveränderlich oder fast unveränderlich geworden, indem sie mit der Zeit einen gewissen Fixitätsgrad erworben haben. Jedoch kann in einigen Fällen das Erblichkeitsvermögen in bezug auf eine freie ungezügelte Plasmationsfähigkeit erklärt werden.

Mutationen und Variationen der Arten wären nach BECCARI in der Plasmationszeit — im Vergleich zu den folgenden, uns näherstehenden Perioden — besonders wirksam gewesen. Folglich wäre die Plasmationszeit für die Bildung neuer Arten um so wirkungsvoller, je weiter sie von uns zurückgeht. Die Epoche, in welcher die Plasmation am fähigsten ist, stimmt mit der Plasmationszeit überein.

Während dieser nimmt BECCARI die plötzliche Erscheinung einiger Anpassungsformen an, was aber jetzt die Heredität verhindert, indem jetzt die Organismen nicht mehr imstande sind, sich den äußeren Faktoren anzupassen.

BECCARI meint dadurch, die jetzige Konstanz oder das relative Fehlen von Variabilität zu rechtfertigen, da jetzt die Reize keine Wirkung mehr ausüben. Er nimmt jetzt eine konservative (erhaltende) Erblichkeit an, welche, schwach in der ersten Plasmationszeit, heute dagegen ihr Maximum erreicht hätte.

Auch durch Hybridation können neue Formen entstehen. In der Tat stellen einige Hybriden Verbindungsglieder einer Menge Organismen und ihrer anscheinenden Filiation, die einen von den anderen, dar.

Die wirkenden Faktoren für die Bildung neuer Arten können nach BECCARI mannigfaltiger Natur sein: klimatische im weitesten Sinne des Wortes; biochemische, wie giftige oder enzymatische Stoffe, darunter auch Stoffewechselprodukte; oder endlich psychophysischer Natur (Mimetismus) durch Nerveneinflüsse bedingt. Sie führten zu der Hypothese über die Bildung neuer Pflanzenarten, infolge der Wirkung giftiger Stoffe des Bodens, die zumal als Anomalien entstehen können.

Diese Hypothese gilt als Komplement der Plasmationstheorie, die zuerst in der Abhandlung über Ameisengärten aufgestellt, dann erweitert und in der englischen Übersetzung des Borneo-Werks präzisiert wurde.

Außer den besprochenen Correlationen zwischen Pflanzen und Tieren erblickt BECCARI eine andere Art correlativer Erscheinung zwischen Menschen und Pflanzen darin, daß sich der Mensch jenen Nutzpflanzen und Haustieren zugesellt habe, die jetzt im wilden Zustande oder ohne den menschlichen Schutz nicht existieren könnten. Ein solcher Mutualismus soll zu einer Zeit entstanden sein, in welcher die plasmative Kraft noch tätig und die Variationsfähigkeit noch groß war, daß ferner die Existenz intelligenter Menschen noch weiter zurückgeht, als man gewöhnlich annimmt.

Nicht nur die Kultur, sondern auch der Boden durch seine Mikroorganismen können als bedeutende Faktoren in der Plasmation der Arten wirken.

Die abnorme Entwicklung der Frucht von *Cocos nucifera* wäre nach BECCARI nicht etwa durch die Kultur oder die natürliche Auswahl, sondern durch Neubildung bedingt infolge der beförderten Wasserzufuhr in die Endokarphöhle, und zwar bei den besonderen Verhältnissen, in denen die älteren *Cocos*-Pflanzen wachsen mußten.

Das plötzliche Erscheinen abnormer Formen läßt jedoch vermuten, daß einige Pflanzentypen, die jetzt isoliert auftreten, nur infolge der Einwirkung äußerer Faktoren entstanden sind. Deshalb ist die Phylogenie, d. h. die graduelle Filiation der Arten die eine von der anderen, dem bekannten Natur non facit saltus nicht entsprechend.

Überblickt man BECCARIs gesamtes Werk, so weiß man nicht, ob dies vom künstlerischen oder vom wissenschaftlichen Gesichtspunkte mehr zu bewundern ist. Die leichte Auffassung, die schöne Darstellung, die tiefe Erwägung wissenschaftlicher Tatsachen sind symbiotisch innig verbunden.

Es ist nicht die glatte, wenn auch immer fesselnde und geniale Beschreibung des Landes und der Landschaft, sondern die treue Darstellung des Tropenlebens, dessen einzelne Äußerung mit kritischem Scharfsinne belehrt wird.

Nur selten hat ein Naturforscher so viel Neues und Bedeutendes mit eigenen Augen gesehen und wahrheitsgetreu beschrieben wie BECCARI. Die Beobachtung der lebenden Natur war seine größte Lebensfreude, sein Trost in manchem Leid, seine tägliche Beschäftigung durch Jahrzehnte. Der schwerste Schlag der ihm je treffen konnte, war der Verlust oder der Schaden seiner Sammlungen — eine Gefahr, die nicht selten seinem Unternehmen drohte.

Dank seiner äußersten Anspruchslosigkeit konnte BECCARI viele Jahre lang das mühselige Leben des „esploratore“ einsam fortsetzen, das ihm später trotz vielfacher Entbehrungen eine glückliche erschien.

Selten klagt er über seinen Zustand: „Ich bin nicht krank, sondern schwach, brauche ein paar Monate unter Menschen zu leben und eine kräftigere Nahrung zu haben, die mir der Wald nicht verschafft. Eine kurze Weile im Freien genügt, um mir das Malariafieber zuzuziehen.“

Tief gerührt beim Empfang der Stadt Genua-Flagge, fühlt er sich nicht mehr einsam und meint, daß wenn er nur ein paar Monate auf dem Arfakberg bleiben könnte, um ihn gründlich zu erforschen, so würde er sich dem Museo Civico zu Genua erhobenen Hauptes vorstellen.

Nicht nur Genua mit Hafen und Handel, sondern auch Florenz mit Villen und Gärten hat BECCARI die Bedeutung der Tropenpflanzen für Wissenschaft und Praxis in lichtvoller Weise dargestellt. Die Erforschung der technischen Grundlage der Kultur verdankt BECCARI die erste Anregung, sowohl die Einführung neuer Pflanzen zu ornamentalem und technischem Zwecke.

Theoretische Ausführungen, idealistische Anschauungen über die Entstehung und Correlation einiger Formen sind nicht immer einleuchtend, jedoch durch ihre Genialität immer fesselnd. Zu diesem Erfolge haben nicht nur sein synthetisches Talent und die Eleganz der Fassung, sondern auch seine Gewandtheit in dem Abbilden beigetragen. Künstler in der Zeichnung, die ihm von besonderer Hilfe wurde, war er zugleich ein ausgezeichneter Photograph und Erfinder geeigneter Hilfsapparate, zur Aufnahme von Pflanzen, die sich als praktisch erwiesen haben.

Äußere Anerkennungen und Ehrungen aus dem In- und Ausland wurden ihm, wie nur wenigen Gelehrten, zuteil. Als er im Jahre 1876 unerwartet in die Heimat zurückkehrte, widmeten ihm die Gemeinde Florenz und die Fakultät der Wissenschaften, wie die Italienische Geographische Gesellschaft je eine goldene Medaille. Heimische und ausländische Akademien wetteiferten, um die Verdienste des mutigen Forschers anzuerkennen und zu belohnen.

Bescheiden und zurückgezogen als ein nur nach wissenschaftlichen Zielen strebender Mann hat er aber die Anerkennung seiner Fachgenossen und Mitarbeiter am höchsten geschätzt. Sein höchstes Ziel war nur das, die Früchte seiner Arbeit und Intelligenz zum Wohl der Wissenschaft zu verwenden.

Seine grundgütige Freundlichkeit der Gesinnung, seine unbestechliche Wahrhaftigkeit in der Wissenschaft und im Leben haben ihm einen geachteten Namen in der Geschichte der Wissenschaft gesichert.

Die treue Anhänglichkeit an seine Lehrer und Gönner ließ ihn diesen — MEZETTI, PIETRO SAVI, DORIA — die ersten in Borneo entdeckten Pflanzenarten widmen. Mit DELPINO, HILDEBRAND, HERMANN MÜLLER ist BECCARI einer der Hauptbegründer der Blütenbiologie und vitalistischen Theorie, die später in A. BORZI einen großen Vertreter gehabt hat.

Von BECCARI läßt sich sagen — was GOEBEL von TREUB sagte —, daß sein Leben ebensoviel reicher und deshalb schwieriger in seiner ganzen Bedeutung zu erfassen war wie ein Tropenwald reicher und unfaßbarer als ein mitteleuropäischer ist.

Botanische Werke des Herrn Dott. O. Beccari.

(Alphabetisch geordnet nach dem Verzeichnis von Prof. U. MARTELLI).

A new species of Calamus from Amboina. (The Philippine Journ. of Science, Vol. XII, 1917.)

A proposito del progetto di remozione delle collezioni botaniche dal Museo di Storia Naturale di Firenze (1881).

Asiatic Palms, Lepidocaryeae, Part. I. The species of Calamus. (Annals of the R. Bot. Gard. of Calcutta, Vol. XI, 1908; 1 Vol. in folio, pag. 512; 1 Vol. with 238 tavole.)

Idem, Lepidocaryeae, Supplement to Part. I. The species of Calamus. (Annals of the R. Bot. Gard. of Calcutta, Vol. XIV, 1914. Appendix; 1 Vol. in folio, pag. 142; 1 Vol. with 83 tavole.)

Idem, Lepidocaryeae, Part. II. The species of Daemonorops. (Annals of the R. Bot. Gard. of Calcutta, Vol. XII, part. 1, 1911; 1 Vol. in folio, pag. 237; 1 Vol. with 111 tavole.)

Idem, Lepidocaryeae, Part. III. The species of the Genera: *Ceratolobus, Calospatha, Plectomia, Plectocomiopsis, Myrialepis, Zalacca, Pigafetta, Korthalsia, Metroxylon, Eugeissonia.* (Annals of the R. Bot. Gard. of Calcutta, Vol. XII, part. 3, 1918; 1 Vol. in folio pag. 131 e 6 tavole analitiche; 1 Vol. di 120 tavole. In corso di pubblicazione.)

Catalogue of the plants of the Fly River (New Guinea) collected by DE ALBERTIS, 1877.

Cenno di un viaggio a Borneo. (Bull. Soc. Geogr. ital., 1 Vol., 1868, p. 193).

Characteristics of the Coconuts of the Palmyra Islands: *Cocos nucifera* L. forma *palmyrensis* Becc. (College of Hawaii pubblications, n. 4, 1916.)

Classification des Palmiers d'Indo-Chine. (Bull. Muséum Hist. Nat., n. 3, Paris, 1911.)

Conophallus Titanum Becc. (Bull. Soc. Tosc. Orticult., 1878, pag. 290, con 1 figura).

Contributi alla conoscenza delle Palme: *Kentia, Howea, Jubaeopsis caffra, Cocos nucifera* n. v., *Eugeissonia, Pritchardia.* (Webbia, Vol. IV, parte I, 1913, con figure nel testo.)

Contributo alla conoscenza della Palma a Olio: *Elaeis guineensis.* (L'Agricoltura Coloniale, 1914, con 18 tavole e figure nel testo.)

Contributo alla conoscenza delle Lepidocaryeae Affricane. (Webbia, Vol. III, 1910).

Cyrtosperma (*Alocasia* Hort.) *Johnstonii* N. E. Brown. (Bull. Soc. Tosc. Orticult., 1885.)

Della organogenia dei fiori femminei del *Gnetum gnemon* L. (Nuovo Gior. Bot. Ital., Vol. IX, n. 1, 1877.)

Descrizione di due nuove specie di Hydnora di Abissinia. (Nuovo Gior. Bot. Ital., Vol. III, 1871.)

Descrizione di tre nuove specie di piante Bornensi. (Atti Soc. Ital. Scienze Nat, Vol. XI, 1868.)

Descrizione di una nuova specie del Genere *Myrmecodia* della famiglia delle Rubiaceae. (Nuovo Gior. Bot. Ital., Vol. VI, 1874, con 1 tavola.)

Descrizione di una nuova specie di *Trachycarpus.* (Webbia, Vol. III, 1910.)

Disepalum coronatum, nuova specie di *Anonacea Bornense.* (Nuovo Gior. Bot. Ital., Vol. II, 1870, con 1 tavola.)

Escursione botanica. (L'Araldo Cattolico, Lucca, 1861, n. 33.)

Esplorazioni nella Papuasia e Isole circonvicine. (Aru e Key), Lettere al M.se G. Doria. (Bull. Soc. Geogr. Ital., Vol. X, 1873.)

Fioritura dell'*Amorphophallus Titanum* Becc. (Bull. Soc. Tosc. Orticult., 1889, con 3 tavole.)

Glaziova Treubiana: Nouvelle espèce de Cocoinée avec observations sur le Genre *Cocos*. (Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, 2me série, suppl. III, 1910, con 1 tavola.)

Il colera e le mosche. (La Natura; Rivista delle Scienze, 1884, n. 33).

Il Genere *Cocos* Lin. e le Palme affini. (L'Agricoltura Coloniale, 1916, con 15 tavole)

Il Sagu della Nuova Guinea, *Metroxylon Rumphii* Mart. (Bull. Soc. Tosc. Ortic., II, 1877, pag. 247.)

Il Thè in Italia. (Bull. notiz. Agrarie Minist. Agric., 1884).

Illustrazione dell'*Arnoldia cyathodes* Mass (Comment. Crittogam Ital., Vol. I, 1862, con 1 tavola.)

Illustrazione di nuove e rare specie di piante Bornensi (Anonaceae). (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. III, 1871, con 6 tavole.)

Illustrazione di nuove specie di piante Bornensi (Aristolochiaceae). (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. II, 1870, con 1 tavola.)

Illustrazione di nuove specie di piante Bornensi (Balanophoreae, Rafflesiaceae). (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. I, 1869, con 4 tavole.)

La *Copernicia cerifera* in Riviera ed una nuova specie di *Livistona*. (Webbia. Vol. III, 1910, con una tavola e figure nel testo.)

Lamenti del Redattore. Rivista bibliografica. (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. I, 1869, pag. 224.)

La più piccola delle Araceae: *Microcasia pygmaea* Becc. (Bull. Soc. Toscana Orticult., 1879, con 1 figura.)

L'avvenire agricolo nell'Eritrea. (La Tribuna, 1.º Giugno, 1903, Roma.)

Le Capanne e i Giardini dell'*Amblyornis inornata* (Ann. Mus. Civico di St. Natur. di Genova, Vol. IX, 1876—77, con 1 tavola colorata.)

Le *Nepenthes*. (Bull. Soc. Toscana Orticult., 1879.)

Le Palme americane della Tribù delle Corypheae. (Webbia, Vol. II, 1907.)

Le Palme che producono fibre di *Piassava* nel Madagascar. (L'Agricoltura Coloniale, Vol. V, 1911, con figura nel testo.)

Le Palme del Genere *Raphia*. (L'Agricoltura Coloniale, 1910, con 6 tavole.)

Le Palme del Genere *Trachycarpus*. (Webbia, Vol. I, 1905, con figure nel testo.)

Le Palme della Nuova Caledonia. (Webbia, Vol. V, parte I, 1921, con 13 tavole.)

Le Palme delle Isole Filippine. (Webbia, Vol. I. 1905.)

Le Palme *Dum* od *Hyphaene* e più specialmente quelle dell'Africa Italiana. (L'Agricoltura Coloniale, Vol. II, 1908, con 8 tavole.)

Le Palme incluse nel Genere *Cocos*. Studio preliminare. (Malpighia, Vol. I, II, 1888, con 1 tavola.)

Lettera a Giacomo Doria. Sumatra, Settembre 1878. (Ann. Mus. Civ. die St. Natur. di Genova, Vol. XIII, 1878.)

Lettera al Presidente della Società Botanica Italiana. (Bull. Soc. Bot. Ital. 23 Marzo 1901.)

Lettera ornitologica intorno agli uccelli osservati durante un recente viaggio alla Nuova Guinea. (Ann. Mus. Civ. St. Nat. di Genova, Vol. 7, 1875, pag. 704.)

Lettere del Dott. O. BECCARI dalla Papuasia durante gli anni 1872—76 (Bull. Soc. Geogr. Ital., 1872, Vol. VIII, pag. 148; 1873, Vol. IX, pag. 145; 1873, Vol. X, pag. 63—89; 1874, Vol. XI, pagg. 78, 276, 480, 652, 660 ed una carta di Celebes; 1875, Vol. XII, pag. 117; 1876, Vol. I, serie II, pag. 550; et in G. CORA Cosmos, Vol. I, II, III; et in Nuovo Giorn. Bot. ital., 1873, Vol. V, pag. 330; 1874, Vol. VI, pagg. 205, 208, 291; e Viaggi del Dott. O. BECCARI commentati da H. GIGLIOLI, in Nuova Antologia, 1872—1876.)

L'Istituto di Studi Superiori di Firenze. La chiusura del Museo Botanico e le sue peripezie. (Firenze, 1903.)

L'Orto Botanico. (Giornale La Nazione, 6 gennaio 1881).

Malesia. Raccolta di osservazioni botaniche intorno alle piante del l'Arcipelago Indo-Malese e Papuano. (Vol. 3, in 4.°, 1877—1890, con 137 tavole.)

Vol. I, 1877—1882. pagine 305, Tavole XXVIII.

Le specie di Palme raccolte alla Nuova Guinea da O. BECCARI e dal medesimo adesso descritte, con note sulle specie dei paesi circonvicini, Tav. I—II. — Nuove osservazioni sulle Palme della nuova Guinea. — Studio monografico sopra le piante della Famiglia delle Icacineae e delle Menispermaceae sin qui scoperte nella Malesia e nella Nuova Guinea. Tav. III—VIII. — Piante nuove o rare dell'Arcipelago Malese e della Nuova Guinea raccolte e descritte da O. BECCARI, Tav. X—XV: Leguminoseae-Caesalpineae, Palmae, Chailletiaceae, Gymnospermeae, Coniferae, Gnetaceae, Cycadeae, Violaceae, Magnoliaceae, Monimiaceae, Araliaceae, Ericaceae, Vaccinieae, Nepenthaceae. Descrizione di una nuova e singolare pianta parassita *Corsia*, Burmanniaceae. — Sulle piante raccolte alla Nuova Guinea dal Sig. L. M. DE ALBERTIS durante l'anno 1877, con descrizioni di tre nuove specie di Icacineae. — Su di un nuovo genere della Famiglia delle Olacaceae (*Petalinia* Becc.). — Araceae della Malesia e della Papuasia raccolte da O. BECCARI, determinate ed illustrate dal Dott. A. ENGLER, Tav. XVI—XXVIII.

Vol. II, 1884, pagine 284, Tavole LXV.

Piante ospitatrici, ossia piante formicarie della Malesia e della Papuasia descritte ed illustrate da O. BECCARI, Tav. I—LXV. — Indice delle materie contenute nel Vol. I e II.

Vol. III, 1886—1890, Tavole I—XLV.

Rivista delle specie del Genere *Nepenthes*, Tav. I—III. — Rivista delle Felci e Lycopodiacee di Borneo e della Nuova Guinea enumerate e descritte dal Barone V. CESATI nella Memoria che porta il titolo: Felci e specie nei gruppi affini raccolte a Borneo dal Sig. O. BECCARI e dell'altra Prospetto delle Felci raccolte dal Sig. O. BECCARI nella *Polinesia* Tav. IV—V. — Nota sopra alcune Felci raccolte dal Sig. J. E. TEYSMANN nell'Isola di Sumba o Sandal-Wood ed in Timor. — Nuovi studi sulle Palme asiatiche, Tav. VI—XI. — Le Dilleniaceae Malesi e Papuane delle Collezioni BECCARI, descritte da U. MARTELLI. — Nuove Palme asiatiche — Le Bombaceae Malesi descritte ed illustrate da O. BECCARI, Tav. XII—XXXVI. — Le Palme del Genere *Pritchardia*, Tav. XXXVII—XXXVIII. — Le Triuridaceae della Malesia, Tav. XXXIX—XLII. — Rivista monografica delle specie del Genere *Phoenix* Lin., Tav. XLIII—XLIV. — Indice del Vol. III.

Manipolo di Palme nuove Polinesiane osservate nell' Erbario di Kew. (Webbia, Vol. IV, 1913, con figure nel testo.)

Nelle foreste di Borneo. Viaggi e ricerche di un naturalista, 1902, con molte illustrazioni, carta degli itinerarii ed Appendici, 1 Vol. in 8.º di 667 pagine. Nell'appendice si trattano i seguenti argomenti: La Foresta di Borneo. — Nota sopra i produttori della Canfora di Borneo. — Nota sopra i prodotti di Guttaperca in Sarawak. — Nota sopra i prodotti di Gomma elastica in Sarawak. — Prodotti vegetali di Sarawak. (Legnami più trequentemente usati in Sarawak.) Oli, Gomme, Resine, Profumi, Scorze e Legni aromatici, Fibre, Scorze e Materie coloranti, Erbe medicinali e velenose. Prodotti vegetali feculiacei od altrimenti mangerecci. Frutti domestici coltivati in Sarawak. Frutti selvatici di Sarawak, Bambù, Rotang. — Diagnosi delle specie nuove di Daemonorops e di Calamus. — Nota sui Banani selvatici di Borneo (con figure). — Nuove specie di Artocarpeae Malesi e Papuane.

Idem. Englische Übersetzung unter dem Titel: Wandering in the great forest of Borneo; Travels and researches of a naturalist in Sarawak. Edited by F. H. H. Guillemard, London. Archibald Constable and C., Ltd. 1904.

Neue Palmen Mikronesiens. (Engler, Bot. Jahrb. Bot., LII, Heft I, 1914.)

Neue Palmen Papuasiens. (Engler, Bot. Jahrb. Bot., LII, Heft I, 1914.)

New or little known Philippine Palms. (Elmer, Leaflets of Philip. Bot., Vol. II, 1909.)

Nota su di una nuova specie del Genere *Stenomeris*. (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. II, 1870, con 1 tavola.)

Nota sul „*Trichopodium zeylanicum* Thw. (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. II, 1870, con 1 tavola.)

Nota sull'embrione delle Dioscoreaceae. (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. II, 1870, con 3 tavole.)

Note anatomiche sul frutto del *Trachycarpus*. (Webbia, Vol. I, 1905, con figure nel testo.)

Note botaniche. (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. I, 1869, pag. 158.)

Note sopra alcune piante Bornensi. (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. III, 1871.)

Notes on Philippine Palms I, II. (The Philip. Journ. of Science, 1907—1909, con 2 tavole.)

Notizie sul *Nannorhops Ritchiana* Wend. (Webbia, Vol. I, 1905, et in Bull. Soc. Tosc. Ortic., Vol. XXX, 1904, pag. 45.)

Nuove specie di Palme recentemente scoperte nella Nuova Guinea. (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. XX, 1888.)

Nuovo Giornale Botanico Italiano. Vol. I—II—III, 1869—71.

Nuovo Orizzonte Artificiale. (Rivista marittima, Vol. VI, 1878.)

On a new south Polynesian Palm with notes on the Genus *Rhopalostylis* Wend. et Drude. (Trans. New Zealand Institute, Vol. IL, 1917).

Orto Botanico di Firenze. (Giornale „Il Corriere", Maggio, 1885).

Osservazioni sopra alcune Rafflesiaceae. (Nuovo Giorn. Bot. Ital., 1874).

Palmae, in Bailey Manson, Contributions to the Flora of Queensland. (The Queensland Agricult. Journ., Vol. XXIII, part. I et VI, 1909.

Palmae, in Chiovenda Le Collez. bot. della Missione Stefanini-Paoli nella Somalia Ital., 1916.

Palmae, in Cooke Th., Flora of the Presidency of Bombay, Vol. II, part. IV, 1907

Palmae, in GIBBS L. S., Dutch N. W. New Guinea: a contribution to the Phytogeogr. and Flora of the Mt. Arfak, p. 91 et p. 185. London, 1917.

Palmae, in LORENTZ. „Nuova Guinea“ Résultats de l'Expédition scientif. Néerland. à la Nouvelle Guinée, Vol. VIII, Bot. 1909, con 2 tavole.

Palmae (Philippinae), in PERKINS, Fragmenta Florae Philippinae. (Manila 1904).

Palmae, in PRAIN, The vegetation of the Districts of Hughli-Howrah and the 24 pergunnahs, Record of the Botanical Survey of India, Vol. III, n. 2, 1905.

Palmae, in K. RECHINGER, Botanische und Zoologische Ergebnisse, Teil V, 1913.

Palmae, in SCHMIDT, Flora of Kok-Chang. (Botanisk Tidskrift, Vol. XXIV—XXVI, XXIX, XXXII, Copenagae, 1902—1915.)

Palmae, in SCHUMANN und LAUTERBACH. Nachträge zur Fl. deutsch. Schutzgeb., Südsee 1905.

Palmae, in URBAN, Symbolae Antillanae, Vol. VII, fasc. II, 1912.

Palmae, in WINKLERs Beiträge zur Kenntnis der Fl. und Pflanzengeogr. von Borneo. (ENGLERs Bot. Jahrb., 48. Bd., I.—II. Heft, 1912.)

Palmae, in Wissenschaftliche Ergebnisse der Zentral-Afrika-Exped. FRIEDRICH V. MECKLENBURG 1907/8. Botanik B. II, 1 (1911).

Palmae novae antillanae. (Sonderabdruck aus FEDDE, Repertorium, 1908—1920.)

Palmarum madagascariensum synopsis. (ENGLER, Botan. Jahrb., 1906.)

Palme Australiasiche nuove o poco note. (Webbia, Vol. III, 1910, con figure nel testo.

Palme del Madagascar, 1 Vol. in folio, 1912, di pag. 59 e 50 tavole.

Palme della Indo-China. (Webbia, Vol. III, 1910.)

Palme nuove papuane. (Webbia, Vol. I, 1905, con figure nel testo.)

Palms of the Philippine Isl. collected and distributed by A. D. E. ELMER. (ELMER, Leaflets of Philip. Bot., Vol. VIII, 1919.)

Per il Giardino Botanico. (Giornale La Nazione, 12 maggio 1901.)

Per un Istituto Agricolo-Botanico-Coloniale. (Giornale Fieramosca, 21 marzo 1908.)

Petrosavia. Nuovo genere di piante parassite della famiglia delle Melanthaceae. (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. III, 1871, con 1 tavola.)

Philippine Palms. (Journ. of Science, II, 1907, IV, 1909.)

Plantes à fourmis de l'Archipel Indo-Malais et de la Nouvelle Guinée. Compte rendu de M. E. LEVIER. (Archives Ital. de Biol., Vol. VI, fasc. 3me, 1885.)

Recensione delle Palme del Vecchio Mondo appartenenti alla tribù delle Corypheae con descrizioni delle specie e varietà nuove che vi appartengono. (Webbia, Vol. V, parte I, 1921.)

Recensioni Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. I, 1869:
  - Flora ital. del Prof. F. PARLATORE, Vol. II, parte I, pag. 27.
  - Hist. des plantes, Monogr. des Monimiacées par H. BAILLON, pag. 37.
  - Epilogo nella Briologia italiana del Dott. G. DE NOTARIS, pag. 224.
  - Funghi siciliani. Studi del Prof. G. INZENGA, pag. 230.
  - Della storia e letteratura della Flora veneta, sommario del Prof. P. A. SACCARDO, pag. 235.

Idem, Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. II, 1870:
  - Flora ital. del. Prof. F. PARLATORE, Vol. II, parte 2.a, pag. 64.
  - Ulteriori osserv. sulla Dicogamia nel Regno vegetale per F. DELPINO, parte I, pag. 66;
  - Catalogo delle piante vasc. del Veneto e delle più estese coltiv., compilato da R. VISIANO e P. A. SACCARDO, pag. 67;
  - Balanophoreae brasilienses Descripsit A. G. EICHLER, pag. 67

Idem, Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. III, 1871:

Hydrocotyle d'Europa, pag. 102;

Sui generi *Bihania* ed *Eusideroxylon*, pag. 102;

Cattedra di Botanica nell'Univers. di Torino, pag. 103.

Reliquiae Schefferianae. Illustrazione die alcune Palme viventi nel Giard. Bot. di Buitenzorg. (Ann. Jard. Bot. de Buitenzorg, Vol II, 1885.)

Studio monografico del Genere *Raphia.* (Webbia, Vol III, 1910, con 1 tavola e figure nel testo.)

Studio sui *Borassus.* Descrizione di un Genere nuovo asiatico di Borasseae. (Webbia, Vol. III, parte 2.ª, 1613, con figure nel testo.)

Sul nuovo Genere *Scorodocarpus* e sul Genere *Ximenia* Lin. della famiglia delle Olacineae. (Nuovo Giorn. Bot Ital., Vol. IX, 1877, con 1 tavola.)

Sul trasloco delle Collezioni botaniche della Malesia dal Museo di Storia Naturale in via Romana nei nuovi locali presso il Giardino dei Semplici. (Firenze, 1901.)

Sull' abbandono del Museo e Giardino botanico della Specola di Firenze. Protesta dei cultori della botanica in Firenze colle adesioni ed osservazioni di botanici italiani ed esteri. (Firenze, 1881.)

Sulla *Cardiopteris lobata* Wall. (Nuovo Gior. Bot. Ital., Vol. IX, 1877, con 1 tavola.)

Sulla *Quercus robur* Lin. Nota di botanica legale. Firenze, 1896.

Systematic enumeration of the species of *Calamus* and *Daemonorops*, with description of the new ones. (Record of the Bot. Survey of India, Vol. II, n. 3. 1902.)

The origin and dispersal of *Cocos nucifera.* (The Philippine Journ. of Science, Botany, 1917.)

The Palms indigenous to Cuba, I, II, III, with appended remarks on the general structure of the trunk of Palm (Pomona College Journ. of Economic Bot., 1912—13, con figure nel testo.)

The Palms of the Batanes and Babuyanes Islands (The Philippine Journ. of Science 1908.)

The Palms of the Island of Polillo. (The Philippine Journ. of Science, 1911.)

The Palms of the Philippine-Isl. (The Philippine Journ of Science, 1919.)

Trasloco delle Collezioni botaniche del Museo di Firenze. Lettera al Presidente della Società Botanica Italiana, 7 Giugno 1901. Bull. Soc. bot. ital.

Turgescenza dei petali della Magnolia. Julan. (Malpighia, I, 1887, pag. 420.)

Una pianta meravigliosa. (Bull. Soc. Tosc. Orticult., 1878, pag. 270.)

Veratronia Malayana Miq. (Bull. Soc. Tosc. Ortic, Vol. IX, 1884, pag. 70 con 1 tavola.)

Viaggi di O. Beccari. Relazioni di E. Giglioli con lettere del Viaggiatore. (Nuova Antologia, 1872—1876.)

Beccari, Antinori, Issel. Relazione semmaria del Viaggio nel Mar Rosso. (Bull. Soc. Geogr. ital., 1870, Vol. V, Giugno.)

Beccari, O. e Doria G. Viaggio ad Assab nel Mar Rosso con il R. Avviso „Esploratore“ dal 16 novembre 1870 al 26 febbraio 1880. (Annali del Museo Civico di Storia Natur. di Genova, 1880—1881, pag. 523.)

Beccari O. et Hooker J. D. Palmae in Hooker Flora of Brit. India, Vol. VI, 1894.

Im Druck:

Rivista del Genere *Pritchardia* Bishop Museum to Honolulu (Hawai).

Inedita.

Diario dei miei viaggi alla Nuova Guinea. Alla cui compilazione l'Illustre Autore attendeva nei giorni precedenti alla sua morte.

Le Araceae. Voluminoso manoscritto completo, non tradotto in inglese, come sopra.

Le Cocoineae. In inglese, per essere pubblicato in Asiatic Palms Annals of the R. Bot. Gard. of Calcutta. (Manoscritto voluminoso, mancante delle tavole, le quali potrebbero facilmente essere eseguite.)

Monografia del Genere *Hyphaene* con disegni e tavole.

Molti altri numerosi manoscritti che trattano di vari Generi di Palme, corredati di illustrazioni, che possono essere dati alla stampa.

Moritz Büsgen.

Von

WILHELM BENECKE.

Am 22. Juli 1921 starb in Hannöversch-Münden der Professor der Botanik an der dortigen forstlichen Hochschule MORITZ BÜSGEN. Er war eine ungemein sympathische Erscheinung und vornehme, innerlich reine Persönlichkeit von umfassender Allgemeinbildung, ein Botaniker, der sich auf vielen Gebieten unserer Wissenschaft mit Erfolg betätigt, und zumal um die Erforschung des Waldes große Verdienste erworben hat, und dessen wissenschaftlicher Anfang uns zurückführt in die schöne Jugendzeit der Kaiser-Wilhelms-Universität zu Straßburg i. E. Sein Ende war umschattet von den Folgen des Weltkrieges, in dem er den einzigen Sohn und Stammhalter des Geschlechtes verloren hat; er selbst hatte sich durch rastlosen heimatlichen Kriegsdienst überanstrengt und so der schweren Erkrankung Eingang in seinen Körper verschafft, die ihn seiner Familie, seinen Fachgenossen und Freunden entrissen hat. Er ist gestorben in festem Glauben an die Zukunft des Vaterlands. —

BÜSGEN wurde geboren am 24. Juli 1858 zu Weilburg a. L., wo sein Vater, ein von großer Liebe zur Natur erfüllter, mit feiner Beobachtungsgabe ausgestatteter Mann Arzt gewesen ist, und wo seine greise Mutter noch heute in geistiger und körperlicher Frische lebt. Bereits als Schüler gründete der Sohn einen chemischen Verein, und verriet dadurch schon in der Jugend seine Hinneigung zu den Naturwissenschaften. Nach Absolvierung des Gymnasiums bezog er die Universität zu Bonn, wo HANSTEIN, A. KÉKULÉ, CLAUSIUS, VOM RATH und andere Naturforscher seine Lehrer gewesen sind; auch bei anderen Professoren, dem Philologen BERNAYS, dem Germanisten WILLMANNS, dem Archaeologen R. KÉKULÉ, hat er gehört. Nach zwei Semestern ging er nach Berlin, um bei EICHLER, SCHWENDENER und KNY seine botanischen Studien fortzusetzen; zur weiteren Abrundung seiner naturwissenschaftlichen, philosophischen und geschichtlichen Ausbildung hörte er u. a. bei DU BOIS-REYMOND, HARMS und TREITSCHKE. In der Reichshauptstadt blieb er nur ein Semester, um sich dann nach Straßburg zu begeben, wo damals DE BARY blühte; der Einfluß des großen Mannes dürfte ihn dazu bestimmt haben, sich ganz der Botanik zu widmen. Außer DE BARY waren hier seine botanischen Lehrer STAHL und ZACHARIAS; eifrig trieb er neben seinem Hauptfach Chemie und Physik, Geologie und Mineralogie. Im Jahre 1882 promovierte er bei DE BARY; im folgenden Jahre bestand er das Examen pro facultate docendi, und war nach seiner Rückkehr von einem Aufenthalt an der Neapler zoologischen Station von 1884 bis 1886 Assistent DE BARYs, als Nachfolger von JULIUS WORTMANN, der sich 1884 habilitierte und deshalb nach damaligem Brauch die Assistentur aufgeben mußte. Durch sein freundliches, hilfsbereites Wesen erwarb sich BÜSGEN allgemeine Beliebtheit bei den Praktikanten im Institut sowie auf botanischen Wanderungen in der Rheinebene und in den Vogesen, und lernte in anregendem Verkehr so manche Fachgenossen kennen, die später den Ruhm des DE BARYschen Instituts in Deutschland verbreitet und weit über Deutschlands Grenzen hinausgetragen haben: BEIJERINCK, BELAJEFF, ALFR. FISCHER, ED. FISCHER, GRAVIS, JOST, KARSTEN, ALFR. KOCH, ARTHUR MEYER, OLTMANNS, O. M. REINHARDT, WARBURG, WINOGRADSKY. Auch sonst verkehrte er als Freund mit Freunden; er war Mitglied eines Straßburger Ablegers des bekannten Bonner Kreises; treue Freundschaft verband ihn mit vielen Mitgliedern dieser Gemeinschaft gleichstrebender Genossen. — 1886 habilitierte sich BÜSGEN in Jena, wo er im Institut ERNST STAHLs neben DETMER als Forscher und Lehrer wirkte und dem Jenaer botanischen Garten als Kustos lebhaftes Interesse zuwandte. Er hielt Vorlesungen über verschiedene ökologische Themata, aber auch über Zellenlehre, Systematik, Pilze, Bakterien und leitete nach DE BARYs Muster ein botanisches Kolloquium. Der Verfasser erinnert sich noch lebhaft daran, wie gut BÜSGEN es verstand, den von ihm sorgsam vorbereiteten Stoff frei, anschaulich und fesselnd, ohne jede Effekthascherei, darum aber um so wirkungsvoller vorzutragen. Auch beteiligte sich BÜSGEN an den unvergeßlichen STAHLschen Exkursionen im orchideenreichen Saaletal. Im Wetteifer mit STAHL verstand er es, bei seinen Schülern Interesse, zumal für ökologische Fragestellungen zu wecken, daneben suchte er ihnen echt DE BARYsche Gründlichkeit, nüchterne Kritik und Freude an exakter Beobachtung auch im kleinsten zu vermitteln. 1891 wurde er außerordentlicher Professor. In Jena gründete er auch den eignen Herd. Er heiratete eine Tochter des weimarischen Finanzministers VOLLERT, die ihm in guten und schlechten Zeiten treu zur Seite stand und ihm auch in Tagen schweren Leids tapfer das Leben zu meistern half. 1893 folgte er einem Ruf an die Forstschule zu Eisenach, wo er neben Botanik auch andere Naturwissenschaften lehrte und trotz eines primitiven Instituts — es war jederzeit seine Art, sich mit spärlichen Mitteln zu behelfen — mit Eifer und Freude der Ausbildung des forstlichen Nachwuchses sich hingab, die herrliche Umgebung der Stadt als Mensch genießend und für Lehre und Forschung ausnutzend, außerdem durch Vorträge im naturwissenschaftlichen Verein reiche Anregung ausstreuend. —

1901 siedelte er als Nachfolger N. I. C. MÜLLERs nach Hann.-Münden über, wo er als Direktor des botanischen Instituts und Gartens und als begeisterter Lehrer der Forstakademiker bis zu seinem Tod wirkte. Seine Vorlesungen erstreckten sich auf allgemeine Botanik; auch hielt er Spezialvorlesungen, beispielsweise über tropische oder über Kolonialbotanik. Auf regelmäßigen Ausflügen führte er seine Schüler in die nähere und weitere Umgebung. Andere Exkursionen führten in fernere Gegenden, nach Ostpreußen oder dem Böhmerwald, nach dem Karstgebiet oder in den Schweizer Jura, und immer waren die Teilnehmer des höchsten Lobes voll über die Anregung, die von dem Lehrer ausging, der sich auf dem Gesamtgebiet der Naturwissenschaften bewandert zeigte, und keine Gelegenheit ungenützt ließ, seine Schüler auf alles was leuchtete in Natur und Kunst hinzuweisen. Zweimal war es ihm vergönnt, die Tropenwelt zu schauen. 1902 führte ihn der Weg, gemeinsam mit seinem Freund W. BUSSE, nach Niederländ. Indien zum Besuch des Buitenzorger Gartens und zum Studium tropischer Forstwirtschaft. 1908 erhielt er den Auftrag, Kamerun und Togo zu bereisen zur Erforschung technisch wertvoller Tropenhölzer. Die ertragreiche Reise längs des Mungo und Sanaga war sehr anstrengend; BÜSGEN erkrankte schwer am Fieber und genas erst in der Heimat wieder vollständig. Auch außerhalb seiner amtlichen Tätigkeit sehen wir BÜSGEN, wie an seinen früheren Wohnstätten, so auch in Münden eine reiche Tätigkeit entfalten, im allgemeinen deutschen Sprachverein, ferner als verdienstvollen Vorsitzenden des deutschen Kolonialvereins in Münden. Politisch war er in Münden ebenfalls tätig, wie er denn zeitlebens auch der Politik reges Interesse zugewendet hat, seit der Zeit, da er als Jüngling in Straßburg sich an den damals wieder gestatteten Gemeinderatswahlen beteiligte, durch welche eine Zahl von Altdeutschen in den Gemeinderat kam, bis zum Ausgang seines Lebens in Deutschlands trübster Zeit. Nach vielen Jahren anstrengender, beglückender Arbeit kam der Krieg, der ihm schon 1915 den Sohn raubte. Der Vater ertrug die unheilbare Wunde, die auch er empfangen hatte, ohne Klage, indem er sich in die Arbeit versenkte. Die zweite, im Kriege erschienene Auflage seines Buchs über Bau und Leben der Waldbäume ist dem Andenken des an der Dubissa durch Kopfschuß gefallenen Heldensohns gewidmet. Dann folgte eine aufopfernde und aufreibende Tätigkeit: er gab Unterricht am Gymnasium zu Münden, las über Tropenbotanik an der Kolonialschule in Witzenhausen, vertrat an der Georgia Augusta den in Ostafrika internierten Prof. PETER, wurde Begründer und Vorsitzender des Volksbunds zum Schutz der Kriegsgefangenen und Leiter der Kriegshilfsstelle, als der er auch im stillen viel Gutes getan hat. Trotz der umfangreichen Tätigkeit in diesen Organisationen arbeitete er dauernd wissenschaftlich weiter. Über den nationalen Zusammenbruch und seine damit parallel gehende Erkrankung half ihm seine zuversichtliche Grundanschauung und seine Begeisterung für die Wissenschaft innerlich hinweg. Noch im Sanatorium hat er, nur mit Stecknadel und Lupe ausgerüstet, an der Biologie der Heide gearbeitet. Der letzte Freudentag seines Lebens war der Hochzeitstag seiner älteren Tochter, den er wieder in seinem Heim verbrachte, das jahrelang sein glückliches Familienleben gesehen hatte. Schließlich nahmen die körperlichen Kräfte mehr und mehr ab, während sich die geistige Frische noch lange gegen den Verfall wehrte, bis er am 22. Juli 1921 erlöst wurde. Eine völlig in sich ausgeglichene Persönlichkeit, ein Mann von seltener Pflichterfüllung, ist er gestorben.

In der botanischen Literatur begegnet uns BÜSGENs Name zuerst in dem JUSTschen Jahresbericht aus dem Anfang der 80er Jahre, wo er Arbeiten über Pilze und Bakterien bespricht und sich auf diese Weise in die Kenntnis derjenigen Organismen einarbeitet, deren wissenschaftlicher Erforschung er sich dann zunächst zugewandt hat. Seine Dissertation (1882) handelt von der Entwickelung der Phycomycetensporangien; er greift darin zurück auf die Untersuchungen von UNGER und BRAUN, THURET und PRINGSHEIM, DE BARY und BREFELD und schildert die feineren Vorgänge bei der Entwickelung der Sporen, Untersuchungen, an die sich dann später ROTHERTs bekannte Arbeit über das gleiche Thema anschloß. 1883 bringt uns die erste ökologische Arbeit des Forschers: Über die Bedeutung des Insektenfangs bei *Drosera*, in welcher er seine Schlüsse aus sorgfältigen von dem Samen ausgehenden Kulturen der Pflanze zieht. In einer weiteren kleinen Mitteilung behandelt er die Morphologie des *Aspergillus oryzae* und weist an Reinkulturen des technisch wichtigen Pilzes die Abscheidung von Diastase nach (1885). Seine Jenaer Habilitationsschrift (1886) handelt von dem Vorkommen von ephemeren und von Dauersporangien bei dem von ihm in Straßburg gefundenen *Cladochytrium Butomi* und bringt weitere Beobachtungen an andern Vertretern dieser Chytridiaceengattung. 1888 folgte wieder eine Studie über Insektivorie, in der er nachweist, daß der Zuwachs von mit Tieren gefütterten Sprossen der *Utricularia* den von ungefütterten um das Doppelte übertrifft, und so manche phantastische Anschauungen über anderweitige Bedeutung des Tierfangs bei Seite schiebt. Auf den pietätvollen Aufsatz über die Entwickelung der modernen Pilzforschung, den er zu Ehren seines verstorbenen Lehrers DE BARY schrieb, sei hier gleichfalls hingewiesen. 1889 folgte eine Arbeit über den Gerbstoff, in welcher er, STAHLschen Anregungen folgend, die unter diesem Namen zusammengefaßten Exkrete zum Teil als Schutzmittel gegen Tierfraß auffaßt. 1890 verfaßte er eine Mitteilung über normale und abnorme Marsilienfrüchte; hier wird der Entwickelungsgang normaler Früchte beschrieben und dann werden an metamorphosierten Blättchen von *M. hirsuta* aus dem Jenaer botanischen Garten die Teile der Metamorphosen mit denen der normalen Blättchen in Beziehung gesetzt. Im gleichen Jahr erschien aus seiner Feder im 11. Band des GOETHEjahrbuchs ein schöner Aufsatz über GOETHEs botanische Studien, in welchem er den Kern der Metamorphosenlehre herausschält und hervorhebt, „was wertvoll daran ist und später fortgewirkt hat“.

1891 erschien dann sein bekanntes mit besonderer Liebe gearbeitetes Buch über den Honigtau, in dem er dafür eintritt, daß dieser lediglich den Ausscheidungen von Pflanzenläusen seinen Ursprung verdanke. Die Arbeit ist ein Kabinettstück ökologischer Forschung und Darstellung, die sich den STAHLschen Arbeiten ökologischen Charakters ebenbürtig an die Seite stellt.

In einer Mitteilung von 1893 beschäftigt er sich sodann mit der Frage, inwieweit trophische Reizbarkeit einerseits, Kontaktreizbarkeit andererseits beim Eindringen der Keimlinge parasitischer Pilze in die Nährpflanze eine Rolle spielt. Schließlich schenkt uns das Jahr 1894 eine kleine Arbeit über *Cladothrix*, in welcher er den Entwickelungsgang dieser Abwasserbakterie lückenlos schildert und pleomorphistische Anschauungen zurückweist. —

Hiermit schließt die erste Periode der wissenschaftlichen Tätigkeit BÜSGENs, und wir begegnen von jetzt ab neben Arbeiten allgemein botanischen Inhalts vorwiegend solchen, die der forstlichen Botanik angehören. Sie gruppieren sich um sein allgemein geschätztes, treffliches Lehrbuch vom Bau und Leben der Waldbäume, das während der Eisenacher Zeit zum ersten Mal und während des Weltkriegs in zweiter, gänzlich veränderter Auflage, 340 Seiten stark erschien. Der Inhalt dieses Buchs oder auch die Artikel „Baum" und „Nutzhölzer" im Handwörterbuch der Naturwissenschaften geben einen guten Überblick über BÜSGENs Leistungen auf forstbotanischem Gebiet, und wir sehen, daß ein großer Teil des in jenem Buch verarbeiteten Materials auf eigenen Untersuchungen beruht, so die Internodienmessungen an Bäumen, der Bau der Knospenschuppen, die Biologie pflanzlicher und tierischer Schädlinge, die Bedeutung des Harzes im Kampf mit solchen, die Ausgestaltung des Wurzelsystems in ihrer systematischen und ökologischen Bedeutung, die Blattentwickelung in ihrem Zusammenhang mit dem Zweigwachstum, die Leitung des Pollenschlauchs bei der Buche u. a. m.; die erste ziffernmäßige Darstellung der Härte technisch wichtiger Holzarten stammt von BÜSGEN. — Indem ich im übrigen auf die Liste seiner Veröffentlichungen hinweise, hebe ich noch hervor die treffliche Bearbeitung der Kupuliferen in der „Lebensgeschichte der mitteleuropäischen Laubbäume" 1910 und 1913. Allgemeines Interesse verdient auch die Arbeit über die Ökologie kalkfeindlicher Pflanzen, die er zu ENGLERs 70. Geburtstag (1914) lieferte. Von gewaltigem Einfluß auf seine Produktion war begreiflicherweise die mächtige Anregung, die er in den Tropen empfing. In der KARSTEN-SCHENCKschen Sammlung finden wir schöne Bilder aus Mittel- und Ostjava; hier wird u. a. der Teakwald abgebildet und in seiner biologischen und wirtschaftlichen Bedeutung im Begleittext gewürdigt. Später erschienen in derselben Sammlung Bilder aus dem primären Urwald und dem Sekundärwald Kameruns, ebenfalls durch lehrreichen Text erläutert.

Eine Frucht seiner ersten Tropenreise waren ferner hübsche Beobachtungen über das Wachstum der Zingiberacee *Costus registrator:* Die Niederblätter bilden hier mit Wasser gefüllte Beutel um den von ihnen eingeschlossenen Sproß, an ihrem Rand trocknet in der Frühe das Wasser ein, um täglich am Sproß einen aus Kieselsäure bestehenden Ring zu hinterlassen. Aus dem Abstand dieser Ringe am Sproß läßt sich dessen Wachstumsgeschwindigkeit ablesen und feststellen, daß das Wachstum nur nachts, also ruckweise erfolgt. Wertvoll sind ferner die Studien über das Wurzelwachstum dikotyler Bäume (1905). Sie knüpfen an frühere Untersuchungen in der Heimat an, erweitern sie aber wesentlich durch Beobachtungen der Wurzeln von Tropenbäumen, bei denen er, wie schon früher an den Bäumen der Heimat zwei Typen, das extensive Wurzelsystem bei Bäumen mit mäßiger Wasserdurchströmung, z. B. an Buchen, Kaffee- oder Teestrauch und das intensive bei Bäumen mit starker Wasserdurchströmung, z. B. der Esche, dem Gewürznelkenbaum unterscheidet; einen vermittelnden Typus stellt z. B. *Castillon elastica* dar. Besonders wollen wir noch gedenken seines kleinen Buchs: Der deutsche Wald (1908), einer volkstümlichen Darstellung, die wohl zu den besten ihrer Art gehört. Es gereichte dem Verfasser des Buchs zu besonderer Freude, daß wegen des trefflichen, fein stilisierten Inhalts einige Abschnitte in Schullesebücher übergingen. Mit wehmütiger Hoffnung lesen wir das Kapitel über die Eiche, mit welcher der Deutsche, der stolz im Gefühl seiner Kraft auf eigener Scholle sitzt, verglichen wird, oder den Abschnitt über den deutschen Kolonialwald, „der zeigt, daß wir bei der Teilung der Erde doch nicht ganz schlecht weggekommen sind“.

Aus der Kriegszeit stammt u. a. eine sehr lesenswerte Abhandlung über die durch die Not der Zeit gebotene vollständige Ausnutzung der Erzeugnisse der deutschen Wälder, des Holzes, Harzes, Gerbstoffs. „Der deutsche Wald läßt uns auch in der Not des Kriegs nicht im Stich.“ 1918 erschien in der Festschrift zu STAHLs 70. Geburtstag eine Studie über die Biologie der halbparasitären Pilze *(Botrytis)*, die uns wieder in das Arbeitsgebiet des Jünglings zurückführt, und mit jenem oben schon genannten Aufsatz über die Biologie des Heidekrauts (1921) schließt das Forscherleben ab.

Einer der ältesten und nächsten Freunde BÜSGENs schreibt über seine Wesensart: Er gehörte zweifellos zu den eigenartigsten Persönlichkeiten des Straßburger Kreises, fein, ja zart in seinem Empfinden, liebenswürdig aber etwas zurückhaltend, mehr nachdenklich als aktiv im Wesen, im ganzen eine sehr anziehende Erscheinung. Man erfuhr nicht so leicht etwas von seinem

Innern, wenn dies aber einmal hervortrat, so zeigte sich ein feines, gefühlvolles Herz. Die Unterhaltung mit ihm war stets anregend; literarisch sehr gebildet, liebte er besonders SHAKESPEARE, in dem er häufig las. Er hatte die Gewohnheit, die Dinge über die er sprach, unter allgemeinen Gesichtspunkten zu betrachten und diskutierte in jüngeren Jahren gern über Weltanschauungsfragen. Gewöhnlich milde in der Vertretung seiner Meinung konnte er bei der Verfechtung seiner naturwissenschaftlichen Überzeugungen scharf werden. In späteren Jahren hat er auch für entgegengesetzte Auffassungen volles Verständnis gezeigt. Überhaupt waren Gerechtigkeit und Wohlwollen seine am meisten hervorstechenden Charakterzüge, daneben ein starker Optimismus, ein Vertrauen, daß die Dinge im Grund vernünftig geordnet seien und sich zum Guten weiter entwickeln würden.

Schriften-Verzeichnis.

1880—3. Bearbeitung der Pilze und Bakterien in JUSTs Jahresber.

1882. Die Entwicklung der Phykomycetensporangien. Jahrb. f. w. Botanik, Bd. 13, S. 253.

1883. Die Bedeutung des Insektenfangs für *Drosera rotundifolia*. Bot. Ztg., Bd. 41, S. 569, 585.

1885. *Eurotium Oryzae*. Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellschaft, Bd. III, S. 66.

1886. Beitrag z. Kenntnis der Cladochytrien. COHNs Beiträge zur Biologie, Bd. 3, S. 290.

1888. Über die Art und Bedeutung des Insektenfangs bei *Utricularia vulgaris*. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., Bd. VI, S. 55.

1889. Beobachtungen über das Verhalten des Gerbstoffs in den Pflanzen. Jenaische Zeitschr. für Naturwissenschaften.

1890. Untersuchungen über normale u. abnorme *Marsilia*früchte. Flora, Bd. 48, S. 169.

1891. Der Honigtau. Jena, G. FISCHER.

1893. Über einige Eigenschaften d. Keimlinge parasitischer Pilze. Bot. Ztg., Bd. LI, S. 53.

1893. Sur l'émission d'un liquide sucré par les parties vertes de l'Oranger. Comptes rendues, Bd. 119, S. 957.

1894. Kulturversuche mit *Cladothrix dichotoma*. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., Bd. XII, S. 147.

1895. Zur Biologie der Galle von *Hormomyia Fagi*. Forstlich naturw. Ztschr. Bd. 4, S. 9.

1895. Rindenknollen der Rotbuche. Allgem. Forst- u. Jagdzeitg.

1897. Bau u. Leben unsrer Waldbäume. Jena, G. FISCHER.

1898. Die Lebensweise des Kiefernharzgallspinners *Tortrix resinella*. Allgem. Forst- u. Jagdztg., S. 380.

1899. Ein abnormes Fichtenstämmchen. Thüring. Monatsblätter VII.

1901. Einiges über Gestalt u. Wachstumsweise der Baumwurzeln. Allgem. Forst- u. Jagdzeitung, Aug.-Septbr.-Heft.

1903. Wachstumsbeobachtungen aus den Tropen. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellschaft, Bd. XXI, S. 435.

1904. Forstwirtschaft in Niederländisch-Indien. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen.

1904. Organisation des Forstwesens auf Java. Tropenpflanzer, Bd. VII, S. 535.

1904. Zur Bestimmung der Holzhärten. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen, Bd. 36, S. 543 u Naturwiss. Wochenschr. N. F. III, S. 603.

1904. Holzmuster aus Neu-Pommern. Tropenpflanzer, VII, S. 198.

1905. Studien über die Wurzelsysteme einiger dicotyler Holzpflanzen. Flora 1905, Ergänzungsband 95, S. 58.

1905. Ödlandaufforstung in Nied.-Indien. Tropenpflanzer, IX, S. 83.

1905. Vegetations-Bilder aus Mittel- u. Ost-Java mit JANSEN u. BUSSE. G. FISCHER.

1905. Guttapercha-Kultur auf Java. Tropenpflanzer, IX, S. 193.

1906. Holzhärte u. spezifisches Gewicht. Ztschr. für Forst- u. Jagdwesen, Bd. 38, S. 251.

1907. Eigenschaften u. Produktion des Javateak oder Dijati. Tropenpflanzer, IX, Beiheft 5, S. 341.

1908. Der deutsche Wald. Naturwissenschaftl. Bibliothek, QUELLE & MEYER, Leipzig.

1909. Forstwirtschaftl. u. forstbotanische Expedition nach Kamerun u. Togo. Gemeins. mit JENTSCH. Tropenpflanzer X, Beihefte, S. 1—4,

1909. Forstbotanisches aus dem Kameruner Waldland. Jahresbericht d. Vereinig. f. angew. Bot., VII, S. 80.

1910. Der Kameruner Küstenwald. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, Bd. 42 S. 264.

1910. Vegetationsbilder aus dem Kameruner Waldland. Veget.-Bilder von KARSTEN u. SCHENK, Jena, G. FISCHER, VIII, 7.

1910. Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenwelt und der Hölzer des Kameruner Waldlandes. Mittlg. aus den deutschen Schutzgebieten.

1910. Forstwirtschaft in den deutschen Kolonien. II. Kolonialkongreß.

1910. Buchenfrüchte. Jahresber. d. Hils-Solingforstvereins.

1910. Cupuliferae. I. Lief. in Lebensgeschichte d. mitteleurop. Blütenpflanzen. Hergb. v. KIRCHNER, LÖW u. SCHROETER.

1910. Waldschutz in den tropischen Kolonien. L'agronomie tropicale, organe mensuel de la soc. d'études d'agriculture tropicale. 2. Année. Nr. 11 u. 12.

1911. Studien über den Wassergehalt einiger Baumstämme. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, Bd. 43, S. 137.

1912. Artikel „Baum“ im Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Jena, G. FISCHER.

1912. Artikel „Nutzhölzer“ im Handwörterbuch d. Naturwissenschaften. Jena, G. FISCHER.

1913. Die deutschen Kolonialwälder. LOREYs Handbuch der Forstwissenschaft, III. Auflage.

1913. Cupuliferae, siehe oben, II. und III. Lieferung.

1913. Über die Nutzbarmachung der Waldbestände unserer Kolonien für die deutsche Holzindustrie. Bericht über die 5. Jahresverslg. d. Verbandes südwestdeutscher Holzindustrieller 1913 in Freiburg i. Brg. Mannheim 1913.

1913. Die Tracht der Bäume. 4/5. Jahresber. niedersächs. bot. Vereins. XVII/XVIII.

1918. Der deutsche Wald. II. Auflage.

1914. Kieselpflanzen auf Kalkboden. ENGLERs Jahrb. f. system. Botanik, Bd. 50, S. 534, u. Jahresb. d. V. f. ang. Bot. 1913, S. 58.

1914. Beiträge zum Koloniallexikon (Forstwesen, Nutzhölzer, Wald u. a.), erschien wegen des Kriegs erst 1920.

1915. Einige Eigentümlichkeiten des Adlerfarns. Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen, Bd. 47, S. 235.

1916. Zweigwachstum und Blütenentwicklung d. Rotbuche. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen, Bd. 48, S. 289.

1916. Die Nutzung d. dtsch. Waldes im Kriege. Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik. Vortrag auf der Versammlung in Frankfurt a. M.

1917. Die Waldnebennutzung im Krieg. Kosmos.

1917. Botanische Theorien über die Schaftform der Fichte und anderer Waldbäume. Ztschft. f. Forst- und Jagdwesen.

1917 Bau und Leben unserer Waldbäume. II. gänzlich umgearbeitete Auflage, Jena, G. FISCHER.

1918. Biologische Studien an *Botrytis cinerea*. Flora (Festschrift für Stahl), 1918, N. F. Bd. 11/12, S. 606.

1919. Omnivorie und Spezialisation bei parasitischen Pilzen. Ztschft. f. Forst- und Jagdwesen.

1921. Heidekraut im Schwarzwald. Kosmos, S. 232.

Besprechungen im Bot. Zentralblatt, Bot. Zeitung, Geographischen Mitteilungen, HETTNERs geogr. Zeitschrift, Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen.

2 Aufsätze in der Deutschen Rundschau (1889, Über die Entwickelung der modernen Pilzforschung und 1894, Pflanzenleben im Wasser).

1 Aufsatz in WESTERMANNs Monatsheften (1900, Licht und Pflanzenleben).

1 Aufsatz im Goethejahrbuch 1890, Bd. 11, S. 145 (GOETHEs Botanische Studien).

Friedrich [illegible]

Friedrich Czapek.

Von

KARL BORESCH[1]).

(Mit Bildnistafel.)

Schon wieder muß die deutsche Wissenschaft auf ihre Verlustliste einen Namen setzen, dessen Klang weit über die Grenzen deutschen Landes reichte und den medizinischen Physiologen und Bakteriologen, Pharmakologen und Biochemikern, den Vertretern der Agrikulturchemie und landwirtschaftlich-technischen Mykologie ebenso vertraut war wie den zünftigen Botanikern. Am 31. Juli 1921 verschied der Professor der Botanik und Direktor des botanischen Institutes der Universität Leipzig, Dr. Phil. et Med. FRIEDRICH CZAPEK im 54. Jahre seines nur der Arbeit geweihten Lebens; ein Herzschlag hat den Hoffnungen und Plänen dieses noch so leistungsfähigen Forschers ein jähes Ende gesetzt. Auch er ist noch als ein Opfer des großen Krieges zu beklagen, während dessen er als Militärarzt im Epidemiedienste in Bosnien aufopferungsvoll tätig war; im Mai 1916 befiel ihn im Kriegsgefangenenlager in Usora bei Doboj, wo er vertretungsweise die Prosektur zu leiten hatte, das tückische Fleckfieber; er überstand es zwar, doch blieben schwere organische Veränderungen an seinem Herzen zurück, so daß es großen Anstrengungen nicht mehr gewachsen war.

FRIEDRICH JOHANN FRANZ CZAPEK wurde am 16. Mai 1868 in Prag-Karolinenthal als der älteste Sohn des Militärarztes Dr. Med. FRIEDRICH CZAPEK geboren. Der Vater, ein Apothekersohn aus

---

1) Für die mir zuteil gewordene wertvolle Unterstützung bei der Abfassung dieses Nekrologs danke ich aufrichtigst Frau Prof. IR. CZAPEK, Herrn RUDOLF CZAPEK, Prof. Dr. H. FITTING, Prof. Dr. J. R. V. GEITLER, Direktor Ing. O. HELLMANN, Priv.-Doz. Dr. FR. KNOLL, Prof. Dr. FR. KRASSER, Prof. Dr. A. LAMPA, Frau Dr. H. LANGECKER, Herrn Redakteur R. LEBENHART, Frau Prof. E. LIEBALDT, Herrn Prof. Dr. V. LIEBLEIN, Hofrat Prof. Dr. H. MOLISCH, Prof. Dr. A. PASCHER, Dr. C. ROTT und Priv.-Doz. Dr. K. RUDOLPH.

Hingewiesen sei auch auf den in der naturw.-mediz. Zeitschr. „Lotos“, Prag, 69. Bd. 1922 erschienenen Aufsatz „Das Leben und Wirken FRIEDRICH CZAPEKs“, der in mancher Hinsicht das hier entworfene Lebensbild des Verstorbenen ergänzt.

Auscha, studierte Medizin und lebte dann als Regimentsarzt lange Jahre in Prag. Als solcher leitete er während der Sommermonate durch viele Jahre das Militärkurhaus in Karlsbad und übte daselbst auch eine bedeutende Praxis aus. Sein heiteres, zugängliches Wesen machte ihn bei den Patienten sehr beliebt, sein ärztlicher Ruf aber war in seiner mit Energie gepaarten hohen Intelligenz und seinem gediegenen Fachwissen begründet. Bei HUPPERT-Prag war er wissenschaftlich tätig und veröffentlichte mehrere selbständige Arbeiten auf urologischem Gebiete. Auch eine gute musikalische Veranlagung war ihm eigen. Die Mutter, MARIE, geb. BLECHINGER, Tochter des fürstl. METTERNICHschen Oberamtmannes in Trumau, die aber als Stieftochter im Hause eines Landarztes zu Wittingau in Südböhmen aufgewachsen war, war eine echte Frauennatur nach Art der früheren Zeiten. Dem Donauland entstammend, verleugnete sie in ihren Eigenschaften nicht ihre Herkunft. Still und zurückhaltend, fast konventionell, war sie doch von starkem Unabhängigkeitssinn erfüllt; zwar von heiterer Gemütsart, geriet sie bisweilen durch unabänderliche Zwischenfälle in kummervoll - grüblerische Stimmung. Obwohl nicht ungesellig, war sie für sich enthaltsam. Trotz reicher Erfahrung zeigte sie eine gewisse Unentschlossenheit. Unübertrefflich war sie in der Krankenpflege, bei aller Güte aber war ihr des öftern ein richtiges Verständnis für die Bedürfnisse ihrer Mitmenschen versagt. Sie war eine arbeitsame, unermüdliche Hausfrau, nicht ohne Sinn für ernste Bücher und Musik, für Tier- und Pflanzenwelt; für Gartenbau und Blumenzucht besaß sie ein lebhaftes Interesse, dem Landleben war sie sehr zugeneigt.

Die hohe wissenschaftliche Begabung des Vaters und seine künstlerischen Neigungen potenzierten sich in seinen Kindern, in FRIEDRICH erlangte das Forschertalent das Übergewicht über das Künstlerische in seinem Wesen, während in seinem jüngeren Bruder die Künstlernatur zum Durchbruch kam. Von der Mutter hingegen erbte FRIEDRICH einige Charaktereigentümlichkeiten. Frühzeitig drängten die ganz außerordentlichen geistigen Fähigkeiten des Knaben nach Betätigung. Mit 9 Jahren begann er sein Herbarium und eine Insektensammlung anzulegen; solches Tun war durch seine Gründlichkeit mehr als eine Äußerung spielerischer Sammlerfreude; die bei seinen Eltern in Karlsbad verbrachten Sommermonate verwendete der Knabe zu eifrigen floristischen Ausflügen und stellte sich eine durch ihre Vollzähligkeit und die Genauigkeit der Standortsangaben überraschende Liste der dort vorkommenden Pflanzen zusammen. Mit Vorliebe las er in naturgeschichtlichen Büchern; aus BREHMs Tierleben fertigte er sich einen Auszug an, in dem von allen Tieren Farbe, Größe und Heimat vermerkt wurden. So war das Elternhaus kein ungünstiger Boden für die geistige Entwicklung des Kindes, dessen Neigungen auf gutes Verständnis bei seinen Eltern stießen; daß dies dem rasch heranreifenden Knaben zu wenig war, beweist seine später öfters geäußerte Klage, er hätte in seiner Jugend bei niemandem Anleitung oder Anregung gefunden.

1878 bezog FRIEDRICH CZAPEK das deutsche Grabengymnasium in Prag-Neustadt. Während der ganzen Gymnasialzeit war sein Klassenvorstand, Prof. LEOPOLD EYSERT, ein ebenso tüchtiger Philolog als hervorragender Jugendbildner. Dem Einflusse dieses Lehrers, dem alle seine Schüler zeitlebens eine rührende Anhänglichkeit bewahrten, dürfte es zuzuschreiben sein, daß CZAPEK auch im späteren Leben für die klassische Philologie stets etwas übrig hatte. So manchmal holte er da den HOMER aus seiner Bibliothek hervor, um sich an der Ursprünglichkeit dieser mit Ewigkeitswert erfüllten Dichtungen zu laben. Der Naturgeschichtslehrer hingegen vermochte dem weit über seine Jahre kenntnisreichen Knaben, dem in der 5. Klasse eine damals noch gestattete Sonderprüfung aus Botanik ein wohlverdientes „Ausgezeichnet“ im Zeugnis eintrug, nicht viel zu bieten. Seine eigentliche Lehrmeisterin wurde die freie Natur, für die er ein tiefes Gefühl besaß und während seines ganzen Lebens bewahrte. Mit seinen Mitschülern veranstaltete er allwöchentlich botanische Exkursionen in die Prager Umgebung; er verstand es, seinen Kameraden gründliche Pflanzenkenntnis spielend beizubringen, und als er in den oberen Gymnasialklassen sich aus selbst erworbenem Gelde die Flora von HALLIER anschaffen konnte und gar ein Mikroskop geschenkt bekam, kannte sein Eifer keine Grenzen; mikroskopische Pilze und Algen wurden nun untersucht, das Geschaute in sorgfältigen Zeichnungen niedergelegt Daneben aber war er bestrebt, eine allgemeine naturwissenschaftliche Bildung sich zu erwerben, die ihm das damalige Gymnasium nicht bieten konnte; besonders chemischen Studien oblag er mit einer Gründlichkeit, die ihm bald ein weit über das Durchschnittsmaß reichendes Wissen einbrachte. Schon als Gymnasiast soll er mit der Sammlung von Literaturexzerpten auf phytochemischem Gebiet begonnen haben. Nebenher aber vernachlässigte er keineswegs die Unterrichtsfächer. Er vertiefte sich in die Klassiker, schrieb im jugendlichen Überschwang des Gymnasiasten ein Drama, er las gern auch in philosophischen Werken. Musikalisch sehr begabt, erlangte er im

Klavierspiel eine große Geläufigkeit. Bei all den vielen Sonderstudien unterstützten ihn seine ungewöhnlichen Gedächtniskräfte, seine Fähigkeit zu rascher intensiver Konzentration, sein bewunderungswürdiger Fleiß, verbunden mit einer zähen Ausdauer. Schon sein damaliges Wesen muß dem in späteren Lebensjahren hervorgekehrten ähnlich gewesen sein; er wird als eine ernste, ruhige, überlegende Natur charakterisiert. Uneigennützig und seinen Kameraden stets hilfsbereit zur Seite stehend, bewahrte er seinen am Gymnasium erworbenen Freunden treue Freundschaft auch fernerhin, als sich nach abgelegter Reifeprüfung im Jahre 1886 die bis dahin gemeinsamen Lebenswege trennten.

Der Vater hoffte, sein Sohn werde einmal seine stattliche Kurpraxis in Karlsbad übernehmen, und bewog ihn auch, an der medizinischen Fakultät der Deutschen Universität in Prag zu inskribieren. FRIEDRICH CZAPEK gehorchte und hatte diesen Schritt wahrlich nicht zu bereuen. Gerade sein medizinisches Vorstudium machte ihn mit den allgemeinen biologischen Grundlagen vertraut, was dem späteren Pflanzenphysiologen immer wieder zugute kam. Besonders die von hervorragenden Männern vertretenen theoretischen Fächer zogen ihn an. Er wurde Demonstrator am pathologisch-anatomischen Institute unter HANS CHIARI, dann 1891 Assistent am pharmakologisch-pharmakognostischen Institute bei FRANZ HOFMEISTER, der neben WILHELM PFEFFER sein eigentlicher Lehrer wurde. Beiden Männern bewahrte er zeitlebens das Gefühl tiefster Dankbarkeit; als äußeres Zeichen derselben hat er ihnen seine „Biochemie der Pflanzen“ gewidmet. Aus diesen Zeiten stammen seine beiden Erstlingsarbeiten (1, 2) medizinischen Inhaltes. Keinen Augenblick aber verlor er sein eigentliches Lebensziel, die Botanik, aus dem Auge; er nahm mit den Prager botanischen Instituten engere Fühlung und fand hier auch zum Teil die gesuchte Anregung; der von AD. WEISS eingeführte Unterrichtsbetrieb in Anatomie und Physiologie der Pflanzen vermochte ihn allerdings nicht zu fesseln. Alle, die in jener Zeit mit ihm verkehrten, empfingen von ihm den Eindruck eines ungewöhnlich gescheiten Menschen. In seinen Mußestunden aber ergab er sich der Musik, die ihm eine eigene Ausdruckssprache wurde; er schätzte MOZART, verehrte BEETHOVEN, begeistert aber war er von WAGNER, dessen Opern er gern frei aus dem Gedächtnis spielte. So bot ihm denn auch das musikalische Prag viel Anregung; er war ein eifriger Besucher von Konzerten und Theater. Seine tiefe Liebe zur Musik und sein völkisches Empfinden, das auf dem heißumstrittenen Boden des

Prager Deutschtums erwacht und durch seinen allsommerlichen Aufenthalt im Egerland, jenem urdeutschen Winkel des Böhmerlandes — Karlsbad nannte er seine eigentliche Heimat — verinnerlicht worden war, bewogen ihn, in den damaligen Universitätsgesangverein „Liedertafel der deutschen Studenten in Prag“ (heute „Barden“) einzuspringen. Dies war, abgesehen von seinem Freundesumgang, fast der einzige Ort, wo der ernste Jüngling Geselligkeit pflegte, ja sich bisweilen ungebundener Fröhlichkeit hingab.

Wenige Wochen vor seinem am 14. Mai 1892 in allen Ehren erworbenen Doktorate der gesamten Heilkunde starb der Vater. So blieb dem energischen und zielbewußten Sohne der Gewissenskonflikt erspart, der sich bei seiner Veranlagung sicher eingestellt hätte, wenn er als praktischer Arzt genötigt gewesen wäre, aus seiner der leidenden Menschheit gern gewährten Hilfe materiellen Nutzen zu ziehen. Von familiären Rücksichten unbeschwert und im Besitze ausreichender finanzieller Mittel begab sich der junge Doktor nach Leipzig zu WILHELM PFEFFER, um sich fortan der Botanik zu widmen. Während seiner hier verbrachten Lehrzeit fand er in diesem großen Manne seinen Meister. Mit kaum einem zweiten Vertreter seines Faches hat sich CZAPEK so gut als mit WILHELM PFEFFER verstanden, mit dem er so manches in seinen Arbeiten und seinem Wesen gemein hat. In Leipzig erbrachte der junge Botaniker durch seine elegante, freilich noch nicht ganz einwandfreie „Käppchen“ - Methode (4, 5, 26) den Nachweis der zuerst von CH. DARWIN aus Dekapitierungsversuchen postulierten räumlichen Trennung von Perzeptions- und Aktionszone geotropisch gereizter Wurzelspitzen. Damit inaugurierte CZAPEK eine ganze Reihe eigener, vielfach grundlegender Arbeiten auf dem Gebiete der pflanzlichen Reizphysiologie, wo durch seine exakten Definitionen die Einbürgerung der der Tierphysiologie größtenteils entlehnten Terminologie wesentlich erleichtert wurde.

Im Herbst 1894 verließ CZAPEK Leipzig und begab sich nach Wien zu JULIUS V. WIESNER, der gerade von seiner Tropenreise zurückgekehrt war. Auch in WIESNER und KERNER V. MARILAUN wußte sich der junge Gelehrte eifrige Förderer zu erwerben. Als Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität angestellt, erwarb er am 12. Dezember 1894 das philosophische Doktorat auf Grund einer unter Prof. Dr. R. V. WETTSTEIN in Prag ausgeführten Dissertation (3) und durfte sich schon im nächsten Jahre entgegen den damals gültigen Vorschriften für Botanik habilitieren; als Habilitationsschrift überreichte er seine in Leipzig ausgeführten „Untersuchungen über Geotropismus“ (5). In Wien beschäftigten CZAPEK reizphysiologische Fragen, das Zusammenwirken von Photo- und Geotropismus (6), die Richtungsursachen plagiotroper Pflanzenorgane (7, 8); aber auch ein andersartiges Problem trat in seinen Gesichtskreis: die durch J. V. LIEBIG und J. SACHS bedeutungsvoll gewordene Frage nach der Natur der Wurzelausscheidungen (9, 10, 24); er zeigte unter anderem, daß die bleibende Rotfärbung von Lackmuspapier im Kontakt mit Keimwurzeln nicht auf die Produktion von Kohlensäure, sondern wahrscheinlich auf die in der Regel erkennbare Ausscheidung von prim. Kaliumphosphat zurückzuführen ist. Hier konstruierte er auch einen heute noch im Wiener Institute befindlichen intermittierenden Klinostaten, „um hiermit den relativen Wirkungswert der verschiedenen geotropischen Ablenkungslagen zu untersuchen (1895—1896)“. Diese Arbeiten aber wurden durch seine Berufung nach Prag unterbrochen; zehn Jahre später entdeckte H. FITTING mit derselben Methode das Sinusgesetz des Geotropismus.

1896 wurde er zum a.-o. Professor für Botanik an der deutschen technischen Hochschule in Prag als Nachfolger F. REINITZERs ernannt. Mit 28 Jahren sehen wir ihn mit der selbständigen Leitung einer Lehrkanzel betraut. Seine großen, in knappen zwei Jahren veröffentlichten experimentellen Arbeiten, die durch ihre Ergebnisse nicht weniger als durch die originelle Behandlung der Themen berechtigtes Aufsehen und die schönsten Hoffnungen für die weitere Entwicklung des jungen Forschers hervorrufen mußten, lassen seinen raschen Aufstieg verstehen. 1897 führte er seine treue Lebensgefährtin Frau IRENE, geb. LAMBEL, heim; dieser Ehe entsproßten zwei Kinder; mit der aufrichtigsten Liebe des Gatten und Vaters hing er an seiner Familie.

Eine merkwürdige Tragik aber verfolgte den durch auserlesene geistige Fähigkeiten ausgezeichneten Forscher auf seiner so verheißungsvoll begonnenen akademischen Laufbahn. Die Prager technische Hochschule, in deren Lehrplan die Botanik naturgemäß eine mehr untergeordnete Stellung inne hatte, und das räumlich arg beschränkte Laboratorium war nicht die richtige Wirkungsstätte für einen Forscher von solchem Range, der ein großes Institut zu leiten berufen war. Dazu kam eine Überfülle beruflicher Pflichten; außer Botanik hatte er Warenkunde und technische Mikroskopie, später auch Agrikulturchemie und technische Mykologie zu lesen, Fächer, die seinem auf die „reine“ Wissenschaft gerichteten Geiste und zum Teil auch seiner durchaus physiologischen Denkweise fernab lagen. Außer seinem Assistenten stand ihm hier fast niemand als wissenschaftlicher Mitarbeiter zur Seite. Das waren Verhältnisse, die den jungen, nach einem großen Wirkungskreis sich sehnenden Professor seelisch schwer bedrückten; vielleicht aber spornte ihn gerade die Ungunst seiner äußeren Lage dazu an, selbst das Äußerste zu leisten, stammen doch an 40 meist experimentelle Arbeiten und seine „Biochemie der Pflanzen“ aus dieser Zeit. Vornehmlich sind es phytochemische Fragen, die ihn hier beschäftigten, so die Natur der in pflanzlichen Zellmembranen vorkommenden aromatischen Stoffe (18, 19, 21, 23, 27) und der Stickstoffumsatz in der Pflanze; bei diesen Untersuchungen über die Stickstoffgewinnung und Eiweißbildung der Schimmelpilze (30, 31, 32, 34) schwebte ihm das Ziel vor, „die Erfolge der analytischen Eiweißchemie durch biologische Synthese zu kontrollieren“. Wir werden kaum fehlgehen in der Annahme, daß seine beiden, auf sein Schaffen so einflußreichen Lehrer, der eben um diese Erfolge der Eiweißchemie hochverdiente FRANZ HOFMEISTER und WILHELM PFEFFER, dessen Untersuchungen „Über Elektion organischer Nährstoffe 1895“ wohl sicher in die Leipziger Studienzeit CZAPEKs fallen, bei diesen seinen Bemühungen Paten gestanden sind. Nachdem er schon in seinen Wiener Assistentenjahren das Vorhandensein geotropischer Reizung in etwaigen Änderungen des Längsquerschnittsstromes der Wurzeln vergeblich gesucht hatte, glückte ihm hier in Prag die Auffindung chemischer Unterschiede im oxydativen Stoffwechsel zwischen gereizten und ungereizten Pflanzenorganen (13, 29, 36, 38, 39, 42, 48, 49). Sollten sich diese seine Befunde, die, wie bekannt, in einigen Nachuntersuchungen bisher nicht bestätigt werden konnten, auch nicht in allen Einzelheiten bewahrheiten, so verdient doch der Gedanke einer Alteration des Atmungstoffwechsels in gereizten Organen gerade mit Rücksicht auf neuere, von ganz anderen Gesichtspunkten entwickelte Vorstellungen über Lichtreizbewegungen regste Beachtung.

Schon 1902 zum o. ö. Professor ernannt, wurde CZAPEK 1906 an die durch den Tod E. TANGLs freigewordene Lehrkanzel an der deutschen Universität in Czernowitz berufen. Hier fand er ein nach seinen eigenen Angaben nicht schlecht eingerichtetes Institut vor, mit dessen Leitung auch die Verwaltung des botanischen Gartens der Universität verbunden war. Hier las er zum ersten Mal sein großes Kolleg über Pflanzenphysiologie, hervorstechend durch die Originalität seiner Gliederung in Biophysik und Biochemie; daß er hier auch systematische

Botanik zu unterrichten hatte, war ihm eine sichtlich willkommene Gelegenheit, auch diese Seite seines großen Wissens zu betätigen. Die Erlangung eines größeren, ihm zusagenden Wirkungskreises war es wohl vor allem, daß er später die Czernowitzer Jahre zu den glücklichsten seines Lebens zählte. Andererseits stellte jedoch das dortige Schülermaterial zum Teil große Anforderungen an seine Geduld; es wäre aber immerhin seiner Energie gelungen, den frischen Zug des Westens in die östliche Beschaulichkeit hineinzutragen, wenn sein Aufenthalt dort von längerer Dauer gewesen wäre. 1907/8 unternahm er seine Tropenreise, die mit ihren Vorbereitungen und der Aufarbeitung des mitgebrachten Materials viel Zeit erforderte, und im Herbst 1909 wurde er bereits als Nachfolger von H. MOLISCH an die Deutsche Universität in Prag berufen.

Hier fand endlich CZAPEK den ihm günstigen Boden. Er versammelte alsbald einen Kreis arbeitsfreudiger Mitarbeiter um sich, sein Ruf begann sich auch in dem Zuzug ausländischer Jünger der Wissenschaft zu äußern. Aus dem Prager Universitätslaboratorium ging eine ganze Reihe von Untersuchungen hervor, die er selbst (63—66) mit der Auffindung der theoretisch interessanten Isokapillarität der auf Pflanzenzellen eben letal wirkenden Grenzkonzentrationen oberflächenaktiver Substanzen eröffnet hat, worauf er eine Methode zur Bestimmung der Oberflächenspannung der pflanzlichen Plasmahaut gründen zu können glaubte. Alle diese Arbeiten sollten mithelfen, die Rolle und Betätigung der physikalisch-chemisch unterschiedlichen Stoffgruppen bei der Aufnahme und im Innern der Pflanzenzelle aufzuhellen, um daraus allgemeine Schlüsse über den Aufbau des Protoplasten und seiner Organe ziehen zu können. Die biologische Bedeutung der Adsorptionserscheinungen an den pflanzlichen Zellkolloiden behandelt sein im Festband für WILHELM PFEFFER erschienener Aufsatz (81), der der geistige Niederschlag seines im Wintersemester 1913/14 gelesenen Spezialkollegs ist.

Im Jahre 1914 beschäftigte er sich mit dem physikalisch-chemischen Verhalten von Fett (Lezithin) - Eiweißemulsionen, Untersuchungen, die leider nicht mehr zum Abschluß gelangten. Denn mitten in dieses Bild angespanntester wissenschaftlicher Arbeit brach jählings der Weltkrieg herein. Der Großteil der Studenten eilte zu den Fahnen, die noch vor kurzem so belebte Werkstatt CZAPEKs wurde still. Er selbst meldete sich im Herbst 1915 freiwillig zum Eintritt in die Armee, um als Arzt den leidenden Opfern des Krieges beizustehen. So wurde er durch den eisernen Gang der Zeitereignisse daran gehindert, die reifenden Früchte seiner Arbeit zu pflücken. Wie zeitlebens, kannte er auch während des Krieges keine Schonung gegen sich, er tat weit mehr, als es seine durch den Flecktyphus schwer geschädigte Gesundheit erlaubte.

Im September 1918 auf seinen Lehrstuhl nach Prag zurückgekehrt, trug er die nun folgende Katastrophe des Zusammenbruches der Mittelmächte und des Zwangfriedens schwer; an dem Wiederaufbau des Zerstörten suchte er in seiner Art mitzuwirken — durch Arbeit, die — um mit seinen Worten zu reden — „das einzige Mittel ist, das uns Mut zum Ausharren, zum Leben und zur ruhigen Wertung unseres Lebens verleiht“. Vielfach kränkelnd, machte er sich sofort an die Beendigung der 2. Auflage seiner „Biochemie“ (91, 92), als ob er geahnt hätte, daß sein Leben ihm nicht mehr viel Zeit lasse. Auch die experimentelle Forscherarbeit nahm er wieder auf; er schenkte der pflanzlichen Mikrochemie eine ganz vorzügliche Methode (84) zum Nachweis von Lipoiden in Pflanzenzellen. Seine letzte Untersuchung (89, 90) aus der Prager Nachkriegszeit sollte leider auch die letzte seines Lebens werden; sie betrifft die Auffindung von bis dahin ganz übersehenen, silberreduzierenden Substanzen, höchstwahrscheinlich Depsiden, in Laubblättern. Der Institutsbetrieb aber hatte unter den schwierigen Verhältnissen nach dem Kriege schwer zu leiden. So schien es eine glückliche Fügung, daß der mit so seltenem Organisationstalent und niemals rastender Energie begabte Forscher durch seine im März 1921 erfolgte Berufung nach Leipzig ausersehen wurde, das große Erbe seines Lehrers WILHELM PFEFFER zu übernehmen. An dieser vorzüglich eingerichteten und durch eine einzigartige Tradition geheiligten Stätte hätte er seine Kräfte erst voll und ganz entfalten können, seiner Wissenschaft zur Ehre, seinem Volke zum Nutzen. Es sollte anders kommen. Nach wenigen Monaten wurde er mitten aus seinen Plänen, das Institut, an dem PFEFFER infolge seines vorgerückten Alters einschneidende Veränderungen nicht mehr vornehmen wollte, in seinem Sinne leistungsfähig zu erhalten, für immer abberufen.

Wenn wir die wissenschaftlichen Leistungen des Heimgegangenen, deren gebührende Würdigung der knappe Raum nicht zuläßt, überblicken, so müssen wir CZAPEKs „Biochemie der Pflanzen“ sowohl ihrem Umfang und der aufgewandten Mühe, als auch ihrer Bedeutung und ihrem Erfolge nach als das Hauptwerk seines Lebens bezeichnen, obwohl sie nur dem Wunsche des Verfassers entsprang, „bei seinen physiologischen Studien eine möglichst vollständige und kritisch gesichtete Sammlung des pflanzenbiochemischen Tatsachenmaterials zu besitzen". Manches spricht dafür, daß es in seinem ursprünglichen Arbeitsplan auch gelegen war, eine Biophysik der Pflanzen zu schreiben; aber schon die Biochemie nahm durch die Gewissenhaftigkeit und Gründlichkeit ihres Verfassers einen Umfang an, der es kaum verstehen läßt, wie ein einzelner den ungeheuren Stoff mit Souverenität und tunlichster Kritik bis in das letzte Detail durcharbeiten konnte. Neben seinen verschiedentlichen früher erwähnten geistigen Qualitäten, die so selten in einem Menschen vereinigt sind, kam ihm hierfür seine medizinische Vorbildung, seine auch sonst hervortretende Vorliebe für vergleichende Physiologie der Pflanzen und Tiere und die in seinen jungen Jahren vorherrschende Beschäftigung mit reizphysiologischen Problemen, für die bei einem zünftigen Chemiker kaum das notwendige Verständnis zu finden ist, zustatten. Der große Wert dieses im Geiste deutscher Wissenschaft geschaffenen Standardwerkes liegt auch darin, daß, begünstigt durch eine zweckmäßige stoffliche Gliederung, die klaffenden, vielfach noch ganz übersehenen Lücken des phytochemischen Lehrgebäudes aufgezeigt wurden, wodurch das Buch zu einer Quelle mannigfaltigster Anregung für die weitere Erforschung des pflanzlichen Stoffwechsels geworden ist. Gegenüber diesen Vorzügen treten allfällige Mängel sehr in den Hintergrund.

Die experimentellen Forscherarbeiten CZAPEKs gehören durchwegs der physiologischen Richtung in der Biologie an. Sein stattliches, wohlgeordnetes Herbar aber bezeugt, wie intensiv er sich zeitlebens auch mit Pflanzensystematik beschäftigt hat; auf botanischen Exkursionen überraschte er häufig durch die Gediegenheit seiner floristischen Kenntnisse. Dennoch darf diese Betätigung nur als eines der Mittel gewertet werden, die ihm als vergleichenden Physiologen zur Herrschaft über die Materie verhelfen sollten. Er begründete die Notwendigkeit einer strengen fachlichen Trennung zwischen Physiologie und Morphologie in der Gegensätzlichkeit der Methodik beider Disziplinen und der in manchen Forschern besonders kraß sich offenbarenden Einseitigkeit der psychologischen Veranlagung in der einen oder anderen Richtung (58). Er sah mit einer gewissen Geringschätzung auf Versuche herab, physiologische Probleme mit morphologischen Methoden zu behandeln. Unter diesem Gesichtspunkte muß seine Forscherarbeit und seine nicht selten scharfe Kritik der Leistungen anderer betrachtet werden. Er gehörte nicht zu jenen Forschern, denen eine oft zufällige Beobachtung wertvolle Arbeitsthemen in die Hand spielt, die meisten seiner Arbeiten entsprangen einer vorerst rein gedanklichen Erörterung einer Frage, die nicht selten zu ingeniösen Einfällen führte, aber auch die Gefahr einer vorgefaßten Meinung in sich barg; in der anschließenden experimentellen Bearbeitung zeigt sich eine große methodische Selbständigkeit; auch eine gewisse Neigung zu extensiver Ausgestaltung und das Bestreben, zu möglichst bestimmten Vorstellungen zu gelangen, selbst weiter, als es die Tragkraft seiner Versuche zuließ, ist unverkennbar. Bei aller Sachlichkeit entbehrt sein durch eifrige Lektüre genährter Stil nicht des Schwunges; mit vollem Recht galt CZAPEK als ein Meister in der zusammenfassenden Darstellung größerer Wissensgebiete, kein Wunder, daß seine Mitarbeit an den in der letzten Zeit entstandenen Enzyklopädien sehr gesucht war (71, 72, 76, 83).

Bevor wir auf die Bedeutung CZAPEKs als Lehrer eingehen, müssen wir einiges über seinen Charakter vorausschicken, den richtig zu erfassen, kein leichtes Unterfangen ist. Sein ungeheurer Fleiß ließ ihn nach dem Vorbilde CHARLES DARWINs, vor dessen Genius er sich tief beugte, keine Minute ungenützt verstreichen, und selbst in Zeiten, wo er unwohl oder gar krank war, kannte er keine Schonung gegen sich; solange es nur irgendwie ging, hielt er streng seine Zeiteinteilung ein und ließ sich, wie auch sonst, von niemandem auch nur die geringste Arbeit abnehmen. Das alles prägte seinem Gebahren einen geradezu märtyrerhaften Zug auf. 1921 schreibt er selbst in einem Briefe: „Ich war eigentlich asketisch veranlagt, und wenn diese Gemütsart in aufreibender Arbeit ihre Erfüllung sieht, so habe ich ja auch erreicht, was ich wollte.“ So bemerken wir denn auch an ihm ein mit fortschreitendem Alter immer stärkeres Zurücktreten seiner außerwissenschaftlichen Betätigungen trotz regstem Verständnis für alle wahren Menschheitswerte. Mit seiner asketischen Veranlagung mochte auch seine Vorliebe für das eisige Hochgebirge und für farblose Graphik zusammenhängen. Ein anderer besonders in den reifen Mannesjahren stark hervortretender Zug seines Wesens war eine zu dem jugendlich-frischen Eindruck seines Äußern in seltsamem Kontrast stehende, an Verschlossenheit grenzende Kühle in emotioneller Hinsicht, von der er gegenüber nur ganz wenigen ihm nahestehenden Menschen frei war. Sie war ihm nicht angeboren, denn von Haus aus war ihm ein lebhaftes Temperament mit einer gewissen hitzigen Erregbarkeit eigen, von deren Schädlichkeit er sich mit zunehmender Erfahrung überzeugen mußte. So mag es gekommen sein, daß er sich, um Mißgriffe zu vermeiden, den meisten Menschen gegenüber die größte Zurückhaltung auferlegte, die schließlich zu einer verstandesmäßigen Beherrschung und Verschleierung seines gesamten Gemütslebens geführt hat; so entstand der vorherrschende Eindruck der Kühle, der ihm schließlich gar nicht mehr zum Bewußtsein kam, der jedoch den von ihm so sehr herbeigesehnten Anschluß der meisten Mitmenschen verhinderte. Wer aber sein anziehendes, sonniges Lächeln, das gelegentlich sein meist ernstes Gesicht aufhellte, gesehen hat, wer Zeuge seiner in glücklichen Stunden frei hervorgekehrten kindlichen Freude gewesen ist, der mußte es ahnen, daß seine Kühle nicht sein wahres Wesen war. Als wohlerzogener Mensch von viel Delikatesse ließ er es niemandem gegenüber an Liebenswürdigkeit fehlen, es bedurfte aber meist erst ungewöhnlicher Anlässe, um wahre Herzlichkeit hervorzukehren. In seiner Uneigennützigkeit und Hilfsbereitschaft spiegelte sich der Grundzug seines Wesens, die Güte, die besonders das Verhältnis zu seinen Untergebenen auszeichnete. In kritischen Situationen oder dort, wo es des ganzen Einsatzes seiner Persönlichkeit bedurfte, äußerte sich seine Zurückhaltung manchmal in einer Unlust zu allzu gewagter Exposition, in einem gewissen Mangel an Positivität und Aktivität, so sehr er auch um die sachliche Förderung der in Frage stehenden Angelegenheit bemüht war. Um den Preis des Entsagens erwarb er die für sein Schaffen notwendige Ruhe und behauptete so das seelische Gleichgewicht als Ersatz für eine angeborene harmonische Veranlagung. Wie weit er es in dieser Hinsicht gebracht hat, beweist seine in den letzten Lebensjahren hervortretende Vorliebe für ADALBERT STIFTER, mit dem er mütterlicherseits verwandt gewesen sein soll; am meisten trugen zu dieser Annäherung die herrlichen Naturstimmungsbilder des Böhmerwalddichters bei, voll Ruhe und Naturwahrheit, die so ganz dem tiefen, doch niemals laut sich äußernden Naturgefühl des Forschers entsprachen. So schreibt er 1919 in einem Briefe in Erinnerung an seine Tropenreise: „In Tjibodas war ich längere Zeit ganz allein, kein Blaßgesicht in meiner Nähe. Den Urwald hat man gleich hinterm Hause mit einer Unmenge von Wundern über Wundern. Da sieht man erst, was die Natur alles schafft. Auch meine Wanderungen bei Darjeeling im Sikkimhimalaya habe ich in so schöner Erinnerung. Wenn man da so in den endlosen Wäldern im Gebirge umherstreifte, dann in irgendeinem abgelegenen Flußtal sein Lager aufschlug und die Größe der Landschaft auf sich einwirken ließ, das waren Tage, welche viel von dem Lebensjammer bei uns aufwiegen." Und 11 Tage vor seinem Tode schreibt er in der Vorfreude des nahenden Landaufenthaltes:

„Für meine Person werde ich wohl eine schöne Rast im Grünen, draußen im Walde vorziehen, wo man nicht an das Genus humanum erinnert wird und den müden Kopf in die eintönige große Melodie der Natur einbettet. Was sind alle Gnaden der Kirchen, die sich der kleine Menschengeist ausgeheckt hat, gegen das Eine!“

Der Negativismus trat auch in seinen ethischen Auffassungen zutage: „Wenn alle Menschen von den Prinzipien durchdrungen wären, alles zu vermeiden, was die Existenz und Fortentwicklung der Mitwesen schädigen kann, so brauchte man doch gar keine Religion und könnte sogar ohne ethisches System auskommen, da ja mit dem einen Satze alles erschöpft ist. Niemand hat das Recht, die mitlebenden Wesen irgendwie zu beeinträchtigen, mag nun sein Ziel sein, welches immer.“ „Der natürlich entwickelte, weitblickende, vielseitig gebildete, durchaus einsichtsvolle Weltbürger einer geordneten Zukunft, der sein eigenes Gemüt durchmessen hat und es zu meistern lernte“[1]), scheint ihm als das Ideal sittlicher Erziehung vorgeschwebt zu haben. Wie er über Nationalismus und Weltbürgertum dachte, zeigt ein Aufsatz aus seiner Feder in der Zeitschrift „Freier Gedanke“ (88). Völker- und Rassenhaß waren ihm bei allem völkischen Empfinden fremde Begriffe, seinen wichtigsten Maßstab für die Bewertung von Menschen und Völkern bildete ihre sachliche Leistung, einen auf anderen Grundlagen beruhenden Menschheitskult bekämpfte er auf das entschiedenste. An Menschen, die er hochschätzte, hing er mit treuer Ergebenheit und bewahrte ihnen auch nach ihrem Tode das Gefühl tiefster Pietät. Der in ihm stark ausgeprägte Abscheu gegen jegliche geistige Bevormundung zog ihn auf die Seite der freiheitlich Gesinnten und führte ihn während seiner zweiten Prager Lehrtätigkeit in den Bereich der Vereinigung „Freie Schule“, den späteren „Freidenkerbund“ (86—88). Einer politischen Partei hat er sich niemals ganz verschrieben; der nach dem Kriege hoffnungsvoll aufstrebenden sozialistischen Welle stand er sympathisch gegenüber. Die Beherrschtheit seines Wesens und seine Vorliebe für Sachlichkeit und Liberalismus bewirkten, daß er sich von den Engländern sehr angezogen fühlte, an denen er besonders diese Eigenschaften schätzte und deren Wesen ihm durch eifrige Lektüre englischer Dichter und Schriftsteller wohlvertraut war. Seine durch Reisen dort angeknüpften Beziehungen — mit FRANCIS DARWIN und PERCIS GROOM war er befreundet — mögen bei seiner 1910 erfolgten, von ihm jedoch abgelehnten Berufung nach

---

1) R. CZAPEK in „Freier Gedanke“, Prag, 1. Jg. Nr. 3 (1920).

London an das Imperial College of Science mitgewirkt haben; die Prager Universität bemühte sich damals mit Erfolg, ihn für sich zu erhalten; bei seinem Entschlusse dürfte aber auch die Furcht, im Falle eines Krieges von der Heimat abgeschnitten zu werden, mitgesprochen haben.

Zweifellos besaß FRIEDRICH CZAPEK auch viel Ehrgeiz; er war aber nicht auf äußere Ehrung gerichtet, die selbstverständlich auch nicht ausblieb[1]), sein Streben war vielmehr darauf gerichtet, durch tüchtigste Leistungen sich unter die Ersten seines Faches emporzuschwingen. War er auch in jungen Jahren geneigt, bei sich bietenden Gelegenheiten, wie z. B. in Diskussionen, die Vorzüge der eigenen Methode und Auffassung in stark subjektiver, selbstbewußter Art hervorzukehren, so pflegte er in seinem späteren Leben, wenn überhaupt, so mit der größten Bescheidenheit und Zurückhaltung von eigenen Leistungen zu sprechen. Trat er in einen neuen Kreis, so tat er es oft mit einer der Sicherheit seines sonstigen Auftretens widersprechenden Schüchternheit.

Die Anziehungskraft, die CZAPEK auf seine Schüler ausübte, war in seiner Bedeutung als richtunggebender Forscher begründet, gewinnende persönliche Eigenschaften, die gar oft die Entstehung einer Schule begünstigen, kamen hierfür in letzter Linie in Betracht. CZAPEK pflegte in den meisten Fällen selbst die Arbeitsthemen seinen Schülern zuzuweisen, mit dem ganzen Einsatz seiner wissenschaftlichen Persönlichkeit beeinflußte er die Entwicklung der Arbeit, und es verursachte ihm sichtliches Unbehagen, wenn es einer versuchte, seine eigenen Wege zu gehen und so die Pläne des Lehrers durchkreuzte. Um den Fortschritt jedes einzelnen bemühte er sich in geradezu selbstloser Weise; es verging kein Tag, an dem er sich nicht persönlich von dem Stand der Arbeit überzeugte. Seine durch häufige methodische Winke und die weitausschauende Stellung den Dingen gegenüber wertvollen Gespräche mit seinen Schülern waren meist streng sachlich und berührten kaum menschliche Seiten, die ja auch in seinem Tun und Lassen ganz zurücktraten. Lob und Tadel pflegten sich nur in der Häufigkeit und Dauer seiner Gespräche auszudrücken, anfeuernde Begeisterung und offenkundige Freude am Fortschritt waren an ihm höchst selten zu bemerken; solches lag nicht in seinem Wesen. Und trotzdem stand er auch als Mensch seinen Schülern

---

1) Er war Mitglied mehrerer gelehrter Gesellschaften des In- und Auslandes, bekleidete zweimal (1908/9 und 1911/12) die akademische Würde eines Dekans, im Kriege erwarb er sich durch seine Verdienste als Armeehygieniker das Offizierskreuz des Franz-Josefsordens m. d. Kriegsdek.

nahe, das zeigte sich immer wieder, wenn es darum ging, ihnen in irgendeiner Weise zu helfen.

Seinen Vorlesungen wandte er stets besondere Aufmerksamkeit zu. Sie wirkten durch die Großzügigkeit ihres Entwurfes, die Reichhaltigkeit ihres Inhaltes und nicht zuletzt durch die stilistische Höhe, die geradezu den Eindruck der „Druckfertigkeit“ des Gesagten machte. Der Anfänger hatte es nicht gerade leicht, ihnen zu folgen, doch erleichterte die sehr durchsichtige und einleuchtende Gliederung des Stoffes die Orientierung. Der Vortrag CZAPEKs war frei, fließend und lebhaft, mehr der eines um strengste Objektivität besorgten Referenten als der eines mit begeisternder Impulsivität erfüllten Lehrers; er vermied es meist bei aller Kritik seinen persönlichen Standpunkt auf strittigen Gebieten allzusehr in den Vordergrund zu rücken, und kam er auf eigene Arbeiten zu sprechen, so tat er es so, daß niemand deren Herkunft erkennen konnte. Mit sichtlichem Vergnügen verweilte er bei chemisch-physikalischen, auch mathematischen Erörterungen, meisterhaft wußte er die großen Zusammenhänge zwischen tier- und pflanzenphysiologischen Problemen herauszuarbeiten, jede Teilfrage pflegte er zu allgemeinen biologischen Gesichtspunkten in Beziehung zu setzen, vortrefflich verstand er es, die historische Entwicklung eines Gegenstandes zu beleuchten, endlich legte er viel Gewicht auf die kritische Behandlung methodischer Fragen. Niemals wurden seine Ausführungen rein theoretisch, er veranschaulichte sie stets durch reiches Demonstrationsmaterial und sorgfältig ausgesuchte, zum guten Teil selbst erdachte Experimente. Er war im ganzen ein milder Prüfer, bei den Rigorosen pflegte er ein oft nur in losem Zusammenhange mit der Vorbildung des Kandidaten stehendes Thema anzuschlagen und nach Art einer auch die Mitprüfer interessierenden gelehrten Disputation bis ins letzte Detail zu verfolgen. Aus tiefstem innersten Bedürfnis heraus bemühte er sich auch um die Hebung der Volksbildung durch Abhaltung zahlreicher populär-wissenschaftlicher Vorträge in Stadt und Land und Abfassung volkstümlicher Aufsätze (20, 33, 43, 45, 57, 67, 77, 80); er wollte sein erzieherisches Ideal in das Volk hineintragen und freute sich aufrichtig, wenn es ihm gelungen war, so durch seine Kenntnisse Nutzen zu stiften.

Mit FRIEDRICH CZAPEK ist der Welt ein Mann von einer Tiefe und Vielseitigkeit des Wissens verloren gegangen, wie sie heute in der Zeit der ungeheuren Evolution des Menschengeistes nur ganz sporadisch auftritt. Seine Arbeitskraft erschöpfte sich nicht in seiner eigentlichen Forschungsrichtung, auch nicht in der

Beherrschung des Gesamtgebietes der Botanik. Die Fortschritte der physikalisch-chemischen Wissenschaften pflegte er größtenteils an der Hand von Originalarbeiten zu verfolgen, auch in technologischen Dingen wußte er Bescheid. Mit der Medizin blieb er zeitlebens in Kontakt, der durch seinen ärztlichen Beruf im Kriege nur noch fester wurde. Er las pädagogische und philosophische Schriften, interessierte sich für Soziologie und Politik, Kunst und Literatur, wobei ihn seine ausgedehnten Sprachkenntnisse unterstützten. Kurz — es gab kaum ein Wissensgebiet, wo er nicht mitreden konnte. Man empfing geradezu den Eindruck, daß FRIEDRICH CZAPEK überall, wohin immer ihn das Schicksal gestellt hätte, berufen gewesen wäre, Außerordentliches zu leisten. Daß er die Kraft seines Geistes und den Großteil seines Lebens der Botanik gewidmet hat, sei uns ein Trost in unserer Trauer um den allzufrüh Heimgegangenen!

Die Publikationen Friedrich Czapeks.

1. Zur pathologischen Anatomie der Herzgeschwülste. Prag. mediz. Wochenschr. Nr. 39, 40. 1891. — **2.** FR. CZAPEK u. J. WEIL, Über die Wirkung des Selens und Tellurs auf den tierischen Organismus. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. *32* (1891), 438. — **3.** Zur Kenntnis des Milchsaftsystems der Convolvulaceen. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien. Math.-naturw. Kl. *103*, Abt. I (1894), 87. — **4.** W. PFEFFER, Über geotropische Sensibilität der Wurzelspitze nach von Dr. CZAPEK im Leipziger botanischen Institute angestellten Untersuchungen. Ber. d. Kgl. sächs. Gesellsch. d. Wiss, Leipzig. Math.-phys. Kl. *46* (1894), 168. — **5.** Untersuchungen über Geotropismus. Jahrb. f. wiss. Bot. *27* (1895), 243. — **6.** Über das Zusammenwirken von Heliotropismus und Geotropismus. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien. Math.-naturw. Kl. *104* (1895), Abt. I. — **7.** Die plagiotrope Stellung der Seitenwurzeln. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *13* (1895), 299. — **8.** Über die Richtungsursachen der Seitenwurzeln und einiger anderer plagiotroper Pflanzenteile. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien. Math.-naturw. Kl. *104* (1895), Abt. I. — **9.** Über die sauren Eigenschaften der Wurzelausscheidungen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *14* (1896), 29. — **10.** Zur Lehre von den Wurzelausscheidungen. Jahrb. f. wiss. Bot. *29* (1896), 321. — **11.** Zur Physiologie des Leptoms der Angiospermen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *15* (1897), 124. — **12.** Über die Leitungswege der organischen Baustoffe im Pflanzenkörper. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien. Math.-naturw. Kl. *106* (1897), Abt. I. — **13.** Über einen Befund an geotropisch gereizten Wurzeln. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *15* (1897), 516. — **14.** Über Orseillegärung. Centr.-Bl. f. Bakter. II, *4* (1898), 49. — **15.** Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen. Jahrb. f. wiss. Bot. *32* (1898), 175. — **16.** Studien über die Wirkung äußerer Reizkräfte auf die Pflanzengestalt I. Flora *85* (1898), 424. — **17.** Über einen interessanten Fall von Arbeitsteilung an Laubblättern Österr. bot. Zeitschr. *48* (1898), 369. — **18.** Zur Chemie der Holzsubstanz. Lotos (1898). — **19.** Über die sogenannten Ligninreaktionen des Holzes. Zeitschr

f. physiol. Chem. *27* (1899), 141. — **20.** Die Bakterien in ihren Beziehungen zur belebten Natur. Deutsch. Ver. z. Verbr. gemeinnütz. Kenntn. Prag (1899), Nr. 249. — **21.** Zur Biologie der holzbewohnenden Pilze. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *17* (1899), 166. — **22.** Reizbewegungen bei Tieren und Pflanzen. Centr.-Bl. f. Physiol. *13* (1899), 209. — **23.** Zur Chemie der Zellmembranen bei den Laub- und Lebermoosen. Flora *86* (1899), 361. — **24.** Über Wurzelausscheidungen. Landw Vers.-Stat. *52* (1899), 467. — **25.** Ein Thermostat für Klinostatenversuche. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *18* (1900), 131. — **26.** Über den Nachweis der geotropischen Sensibilität der Wurzelspitze. Jahrb. f. wiss. Bot. *35* (1900), 313. — **27.** Sur quelques substances aromatiques contenues dans les membranes cellulaires des plantes. Congr. intern. de Bot. à l'Expos. univ. de 1900, Paris. — **28.** Der Kohlenhydratstoffwechsel der Laubblätter im Winter. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *19* (1901), 120. — **29.** Über den Vorgang der geotropischen Reizperzeption in der Wurzelspitze. Ebenda p. 116. — **30.** Zur Kenntnis der Stickstoffversorgung und Eiweißbildung bei *Aspergillus niger*. Ebenda p. 130. — **31.** Untersuchungen über die Stickstoffgewinnung und Eiweißbildung der Pflanzen. Zeitschr. f. d. ges. Biochemie *1* (1902), 538. — **32.** Untersuchungen über die Stickstoffgewinnung und Eiweißbildung der Schimmelpilze I. Ebenda *2* (1902), 557. — **33.** Neuere Auffassungen und Methoden bezüglich der Reizbewegungen der Pflanzen. „Deutsche Arbeit" *1* (1902). — **34.** Untersuchungen über die Stickstoffgewinnung und Eiweißbildung der Schimmelpilze II. Zeitschr. f. d. ges. Biochemie *3* (1902), 47. — **35.** Über einige bemerkenswerte Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenbiochemie im Jahre 1901. Ergebn. d. Physiol. *1* (1902), 747. — **36.** Stoffwechselprozesse in geotropisch gereizten Wurzelspitzen und in phototropisch sensiblen Organen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *20* (1902), 464. — **37.** Chlorophyllfunktion und Kohlensäureassimilation. Ebenda p. (44). — **38.** Antifermente im Pflanzenorganismus. Ebenda *21* (1903), 229. — **39.** Stoffwechselprozesse bei hydrotropischer und phototropischer Reizung. Ebenda p. 243. — **40.** Der Stickstoff im Stoffwechsel der Pflanze I. Ergebn. d. Physiol. *2* (1903), 639. — **41.** Desgl. II. Ebenda *3* (1904), 1. Abt., 309. — **42.** The Anti-Ferment Reaction in tropistic movements of Plants. Annals of Bot. *19* (1905), 75. — **43.** Die Chemie und unsere Kenntnisse vom Leben. „Deutsche Arbeit", Prag, *5* (1905), 189. — **44.** Biochemie der Pflanzen. Jena 1905. 2 Bde. — **45.** Anpassung und Vererbung. Vortrag, gehalten in der „Germania", Prag (1906). — **46.** Die Wirkung verschiedener Neigungslagen auf den Geotropismus parallelotroper Organe. Jahrb. f. wiss. Bot. *43* (1906), 145. — **47.** E. KOHN u. FR. CZAPEK, Beobachtungen über Bildung von Säure und Alkali in künstlichen Nährsubstraten von Schimmelpilzen. Zeitschr. f. d. ges. Biochemie *8* (1906), 302. — **48./49.** Oxydative Stoffwechselvorgänge bei pflanzlichen Reizreaktionen. 2 Abhandlungen. Unter Mitwirkung von R. BERTEL. Jahrb. f. wiss. Bot. *43* (1906), 361. — **50.** Die Ernährungsphysiologie der Pflanzen seit 1896. Progress. rei bot. *1* (1906), 419. — **51.** Geotropismus und Pflanzenform. Festschrift für JULIUS WIESNER. Wien (1908), p. 92. — **52.** Zur Kenntnis der Stoffwechsel-Anpassungen bei Bakterien: Saccharophobie und Saccharophilie. Festschrift für Prof. Dr. HANS CHIARI. Prag (1908), p. 157. — **53.** Über die Blattentfaltung der Amherstieen. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien. Math.-naturw. Kl. *118* (1909), Abt. I. — **54.** Zur Kenntnis des Phytoplanktons im indischen Ozean. Ebenda. — **55.** Die Bewegungsmechanik der Blattgelenke der Menispermaceen. Ber. d.

Deutsch. Bot. Ges. *27* (1909), 404. — **56.** Über die Ranken von Entada Ebenda, p. 407. — **57.** Zum Gedächtnisse von Charles Darwin. Lotos *57* (1909). — **58.** Physiologie und Morphologie (Antrittsvorlesung). Ebenda. — **59.** Über einige physiologische Verhältnisse des Stammes der Zingiberaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *27* (1909), 569. — **60.** Beiträge zur Morphologie und Physiologie der epiphytischen Orchideen Indiens. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. *118* (1909), Abt. I. — **61.** Beobachtungen an tropischen Windepflanzen. Annal. du Jard. Bot. de Buitenzorg. 2. sér. suppl. III (1909), 35. — **62.** Die Atmung der Pflanzen. Ergebn. d. Physiol. *9* (1910), 587. — **63.** Über Fällungsreaktionen in lebenden Pflanzenzellen und einige Anwendungen derselben. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *28* (1910), 147. — **64.** Versuche über Exosmose. Ebenda p. 159. — **65.** Über die Oberflächenspannung und den Lipoidgehalt in lebenden Pflanzenzellen. Ebenda p. 480. — **66.** Über eine Methode zur direkten Bestimmung der Oberflächenspannung der Plasmahaut von Pflanzenzellen. Jena 1911. — **67.** Chemical Phenomena in Life. London 1911. — **68.** Neuere Literatur über das Chlorophyll. Zeitschr. f. Bot. *3* (1911), 43. — **69.** Über die Farbstoffe der Fucaceen. Lotos *59* (1911), 250. — **70.** Über Humussäuren. Ebenda p. 30. — **71.** Atmung der Pflanzen. Handwörterbuch d. Naturw. *1* (1912), 709. — **72.** Enzyme der Pflanzen. Ebenda *2* (1912), 667. — **73.** Plasmahaut und Stoffaustausch bei Pflanzenzellen. Verh. Gesellsch. deutsch. Naturf. u. Ärzte. 85. Vers., Wien II, *1* (1913), 637. — **74.** Biochemie der Pflanzen. 2. Aufl. I. Jena 1913. — **75.** Die Farbstoffe des Chlorophyllkorns. Die Naturwiss. *1* (1913), 1105. — **76.** Kreislauf der Stoffe in der organischen Welt. Handwörterbuch d. Naturw. *5* (1914), 1042. — **77.** Alfred Russel Wallace. Lotos (1914). — **78.** Über die Annahme von Lipokolloiden in der Plasmahaut. Int. Zeitschr. f. physik.-chem. Biol. *1* (1914), 108. — **79.** Beobachtungen an stoßreizempfindlichen Pflanzen in Java. Lotos *62* (1914), 110. — **80.** Ernst Haeckel, zur Vollendung seines 80. Lebensjahres. „Deutsche Arbeit“, Prag *13* (1914), 364. — **81.** Ausblicke auf biologische Adsorptionserscheinungen. Jahrb. f. wiss. Bot. *56* (Pfeffer-Festschrift 1915), 84. — **82.** Die Bedeutung von W. Pfeffers physikalischen Forschungen für die Pflanzenphysiologie. Die Naturw. *3* (1915), 120. — **83.** Zur Einleitung in die Pflanzenphysiologie. Die Ernährung der Pflanze. Kultur d. Gegenw. III, IV. 3. Physiologie und Ökologie. I. Bot. Teil. (1917). — **84.** Zum Nachweis von Lipoiden in Pflanzenzellen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *37* (1919), 207. — **85.** Die organische Ernährung bei höhern grünen Pflanzen. Die Naturw. *8* (1920), 226. — **86.** Ernst Haeckel zum Gedächtnis. „Freier Gedanke“, Prag, *1* (1920). Nr. 1. — **87.** Herbert Spencer. Ebenda, Nr. 4. — **88.** Internationales Kulturleben und der Nationalismus nach dem Kriege. Ebenda Nr. 9/10. — **89.** Über silberreduzierende Stoffe der Chlorophyllkörner. Lotos *67/68* (1919/20), 29. — **90.** Zur Kenntnis der silberreduzierenden Zellsubstanzen in Laubblättern. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. *38* (1920), 246. — **91.** Biochemie der Pflanzen. 2. Aufl. II. Jena 1920. — **92.** Desgl. III. 1921. — **93.** Geleitwort zu W. Pfeffers „Osmotischen Untersuchungen“, 2. Aufl. Leipzig 1921. — **94.** Czapek-Meisenheimer, Ratgeber für Studierende der Botanik und Zoologie. Leipz. Hochschulhefte Nr. 2, 1921.

August Schulz.

Von

H. HARMS.

AUGUST ALBERT HEINRICH SCHULZ[1]) wurde am 8. Dezember 1862 zu Stettin als einziger Sohn des Obertelegraphensekretärs HEINRICH SCHULZ geboren. Nach seinen Angaben stammte seine Familie väterlicherseits aus einem alten polnischen Adelsgeschlecht; seine Mutter war belgischer oder französischer Abkunft. Der Vater wurde mehrfach versetzt, so daß der Knabe die Schule öfter wechseln mußte; dieser Umstand sowie andauernde Kränklichkeit erschwerten ihm das regelmäßige Vorwärtskommen. Schon im sechsten Lebensjahre kam er nach Stralsund, dann nach Anklam, nach Neustadt a. der Orla in Thüringen, schließlich nach Sorau, wo er in das Gymnasium aufgenommen wurde. Als er nach Quarta gekommen war, wurde sein Vater nach Minden und nach einem halben Jahr nach Münster in Westfalen versetzt, wo er auf dem dortigen Paulinischen Gymnasium einige glückliche Schuljahre verlebte, von denen er noch später mit Freude und Begeisterung erzählte. Sein Wunsch, hier die Schule abzuschließen, ging leider nicht in Erfüllung, da sein Vater nach Halle a. d. Saale versetzt wurde. Hier erwarb er im Frühjahre 1885 auf dem städtischen Gymnasium das Reifezeugnis und studierte dann 9 Semester an der dortigen Universität Medizin und Naturwissenschaften. Im Frühjahr 1887 bestand er das Tentamen physicum, und am 21. Mai 1890 die medizinische Staatsprüfung. Nach seinen eigenen Aufzeichnungen hatte er ursprünglich Oberlehrer werden wollen. Da er jedoch an einem ungeheilten Mittelohrkartarrh des linken Ohres litt, wodurch er dessen Hörfähigkeit schon im 5. Lebensjahre verloren hatte, und außerdem durch eine Pleuritis den Gebrauch der rechten Lunge im 7. Lebensjahre eingebüßt hatte, welche Leiden die Anstellung im Staats-, Kommunal- und Stiftungsdienste verhindert hätten, so wandte er sich dem medizinischen Studium zu. Leider zog er sich während desselben auf einer Reise in den Südalpen einen Hitzschlag zu, und im Anschluß daran verschlimmerte sich ein angeborenes Polypenleiden des Nasen-Rachenraumes erheblich, so daß sich auch die Hörfähigkeit des rechten Ohres verminderte und sich auf diesem laute Nebengeräusche einstellten, die es ihm unmöglich machten, die Herztöne und feineren Lungengeräusche wahrzunehmen und richtig zu beurteilen. Wenn auch durch das neue Leiden die Ausübung des größten Teiles der ärztlichen Tätigkeit verhindert war, so setzte er doch seine medizinischen Studien fort, und wandte sich nach seinem Staatsexamen der Augenheilkunde zu. Indessen konnte er sich infolge einer angeborenen Muskelschwäche der rechten Hand auch auf diesem Felde nicht recht betätigen, und so beschloß er, zum Studium der Rechte überzugehen, wurde aber von einer heftigen Influenza befallen, deren Folgen ihn fast 2 Jahre lang an einer angestrengten Tätigkeit hinderten. In dieser Zeit, die er meist in schlesischen Bädern und Sommerfrischen verlebte, wandte er sich wieder der Botanik zu, mit der er sich schon im Anfange seiner Studienzeit eifrig beschäftigt hatte, wie aus seinen schon in diesen Jahren veröffentlichten sehr wertvollen Abhandlungen hervorgeht. Am 10. August 1893 erwarb er in Halle den philosophischen Doktorgrad (14) und im Jahre 1894 habilitierte (15) er sich dort als Privatdozent der Botanik unter GREGOR KRAUS. Als Arzt ist er nur in beschränktem Umfange tätig gewesen, eine Zeitlang in jungen Jahren im Riesengebirge und später als Polizeiarzt in Halle. In erster Linie wirkte er als Lehrer an der Universität, wo er durch Vorlesungen und auf Ausflügen zahlreiche Schüler in die Floristik und Florengeschichte einführte, sowie besonders als wissenschaftlicher Schriftsteller. — Im Jahre 1896 starb sein Vater, und dadurch wurde seine wissenschaftliche Tätigkeit sehr beschränkt, da er nicht nur für sich selbst, sondern für seine damals 73 Jahre alte Mutter zu sorgen hatte, die nur eine geringe Witwenpension erhielt und zudem schon seit längerer Zeit krank war. So war er damals genötigt, sich durch schriftstellerische (nicht wissenschaftliche) Tätigkeit auf verschiedenen Gebieten den Lebensunterhalt zu erwerben. Schwere Sorgen müssen ihn in diesen Jahren bis zum Tode der Mutter (1907) niedergedrückt haben, denn er konnte für seine Mutter, deren Zustand sich bald so verschlimmerte, daß sie sich nicht mehr frei zu bewegen vermochte, nicht einmal eine Wärterin halten und mußte selbst die Pflege übernehmen.

---

[1]) Die Abfassung dieses Nachrufes wurde mir nur ermöglicht durch die freundliche Mitwirkung von Fräulein M. MINDNER (Breslau), sowie der Herren Oberlyceallehrer K. BERNAU, FRIEDRICH FABER und Dr. GÜNTHER SCHMID in Halle a. S. Ihnen allen sage ich auch an dieser Stelle herzlichen Dank. — Herr Prof. G. KARSTEN wies mich auf einen in den Akten des Kuratoriums der Universität Halle liegenden, im Jahre 1913 von A. SCHULZ selbst verfaßten Lebenslauf hin, von dem mir das Kuratorium eine Abschrift sandte; auch dafür spreche ich ergebensten Dank aus. — Der Nachruf wurde in der Sitzung des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, dessen Mitglied A. SCHULZ seit 1888 war, am 17. März 1922 vorgetragen. — Die in Klammern beigefügten Zahlen beziehen sich auf das Schriftenverzeichnis.

Im Jahre 1908 wurde ihm der Professortitel verliehen. Im Jahre 1917 erhielt er einen Ruf nach der Türkei mit dem Auftrag, das gesamte Landwirtschaftswesen neu zu ordnen und außerdem ein türkisches Landesherbarium anzulegen; dies war jedenfalls durch seine grundlegenden Arbeiten über die Formen und die Abstammung der kultivierten Getreide veranlaßt. Er sollte möglichst schon im November 1917 nach Konstantinopel übersiedeln; indessen verzögerte sich die Abreise und der Plan scheiterte schließlich an dem Zusammenbruch der Türkei. Im Jahre 1918 nahm er die Stellung als Bibliothekar an der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher in Halle an, bald darauf auch noch die als Hilfs-Bibliothekar an der dortigen Universitätsbibliothek, weil seine Mittel bei der zunehmenden Teuerung sehr knapp wurden. Seiner Gesundheit, die unter den Entbehrungen der Kriegszeit und der folgenden Jahre bei seinem ohnehin kränklichen Körper sehr geschwächt wurde, war diese Tätigkeit nicht günstig; er litt seitdem ständig an Katarrhen, zu deren Heilung er auch im vergangenen Sommer, allerdings erfolglos, Salzuflen aufsuchte. In den letzten Jahren empfand er immer mehr das Gefühl der Vereinsamung, und das veranlaßte ihn, die flüchtige Jugendbekanntschaft mit der Schwester eines Freundes im vergangenen Jahre wieder aufzunehmen; im Oktober 1921 verlobte er sich mit Fräulein MARGARETE MINDNER, und die nun folgenden Monate gehörten wohl zu den glücklichsten seines sonst von so vielem Leid getrübten Lebens. Doch der unerbittliche Tod vernichtete die Vollendung seines Glückes. Anfang Januar 1922 erkrankte er schwer an Grippe mit darauffolgender Lungenentzündung; seine über alles geliebte Braut war ihm in diesen schweren Wochen nahe und pflegte ihn mit Liebe und Aufopferung, bis ihn am 7. Februar 1922 der Tod infolge von Herzschwäche erlöste.

A. SCHULZ war ein Mann von sehr vielseitiger gründlicher Bildung und reichem Wissen. Es ist für alle, die ihn näher kennen lernten, stets ein Genuß gewesen, seinen anregenden und belehrenden Gesprächen zu lauschen, die sich fast nie auf das Fach beschränkten, sondern oft auf andere wissenschaftliche und künstlerische Gebiete übergingen. Offenbar hatte er eine starke Phantasie; sie allein ermöglichte ihm ja seine in die Wanderungen der Pflanzen tief eindringenden Forschungen. Sie aber dürfte ihn auch bisweilen, unbeschadet aller Gründlichkeit und Gediegenheit in Einzelangaben, in manchen pflanzengeographischen Folgerungen zu weit oder auf Abwege geführt haben. Dieser Phantasie entsprach auch in künstlerischen Dingen seine Neigung zum Romantischen, Temperamentvollen und Abenteuerlichen, zu Schriftstellern wie E. Th. A. HOFFMANN und IMMERMANN; ähnliche Neigungen scheint er in der Musik gehabt zu haben, für die er sehr viel Verständnis hatte und die ihm oft Erholung und Ablenkung bot; früher war er eine Zeitlang Opernrezensent gewesen. Ein zweites für seine Geistesrichtung charakteristisches Merkmal war sein Interesse für Geschichte. In der Jugend soll er in Italien mit einem Freunde zusammen, der Geschichtsforscher war, Studien über das frühe Mittelalter getrieben haben. Seine pflanzengeographischen Arbeiten geben ausreichend Zeugnis für sein Verständnis von geschichtlicher Entwicklung. Schon frühe meldete sich bei ihm der Zug zu scharfer Kritik, der sein ganzes Lebenswerk durchzieht und ihn oft in Zwiespalt mit herrschenden Meinungen brachte. Gewiß traf seine Kritik, die stets mit strenger Wahrheitsliebe gepaart war, oft das richtige und deckte Mängel auf, aber er mag darin auch nicht selten übertrieben und sich ohne Grund Widersacher zugezogen haben. Da er sich seiner Leistungen und seines Wissens wohl bewußt war, aber nicht die ihnen entsprechende Lebensstellung erreicht hatte, so entsprang daher besonders in späteren Jahren eine ganz begreifliche Verärgerung, die sich oft in allzu großer Schroffheit des Ausdrucks bemerkbar machte. „Selig sind, die reines Herzens sind“, so lautete das Wort, das der Geistliche seiner Grabrede zu Grunde legte. Als echter Priester der Wissenschaft, der trotz allen herben körperlichen und seelischen Leids, das ihn so oft heimgesucht hat, trotz materieller Bedrängnis und trotz vieler bitterer Enttäuschungen stets nur seinen idealen Forschungszielen gelebt hat, ist unser A. SCHULZ nur zu früh von uns geschieden.

Seine wissenschaftliche Tätigkeit erstreckte sich besonders auf drei Gebiete. — Seine frühesten Arbeiten betrafen die Blütenbiologie. Hier sind vor allem seine beiden großen 1888 und 1890 erschienenen Werke (9), die besonders die Geschlechtsverteilung behandeln, zu erwähnen; sie zeugen von seiner glänzenden Beobachtungsgabe. E. LOEW (Blütenbiolog. Floristik [1894] 377) hat die wichtigsten Ergebnisse dieser äußerst gründlichen Untersuchungen übersichtlich zusammengestellt, die sich nach ihm den von DARWIN beigebrachten Erfahrungen über Geschlechtsverteilung würdig anreihen und sie noch durch Fülle des Einzelmaterials bei weitem übertreffen. A. SCHULZ hat später noch zahlreiche kleinere Mitteilungen (besonders in den Ber. unserer Gesellschaft, der er seit 1885 angehörte) über Blütenbiologie gegeben (13, 26, 29, 42, 38, 39, 113); sehr eingehend hat er die kleinblütigen Alsineen studiert (43).

Größere Wirkung haben seine floristischen und pflanzengeographischen Forschungen gehabt. Er war einer der besten Kenner der deutschen Flora, ja, wohl nach ASCHERSON ihr bester Kenner, jedenfalls für Mitteldeutschland. In gründlichster Weise hat er schon in jüngeren Jahren die Flora von Halle kennengelernt (7, 10) und noch später viele Beiträge zu ihr geliefert (zusammen mit H. FITTING und E. WÜST; 18, 22, 28). Auf zahlreichen Wanderungen durchforschte er die mitteldeutsche Flora, wobei ihn in den letzten zehn Jahren sein Freund BERNAU und sein treuer Schüler FR. FABER fast regelmäßig begleiteten. Dann widmete er sich viele Jahre hindurch ganz besonders der Florengeschichte. Aus der heutigen Verbreitung der Pflanzen sowie aus dem, was die Erdgeschichte lehrt, suchte er die Wege zu ermitteln, auf denen die Bestandteile der heutigen Flora bei uns eingewandert sind, und ihre wechselvollen Geschicke unter den Schwankungen des Klimas der vergangenen Zeiten zu schildern[1]). Das erste Ergebnis war sein oft angeführtes Werk „Grundzüge einer Entwickelungsgeschichte Mitteleuropas seit dem Ausgange der Tertiärzeit“ (16; vgl. 91), dessen schwerfällige Darstellungsweise leider manchem Leser ein Hindernis für tieferes Eindringen in die Gedankengänge des Verfassers gewesen ist. Dabei hatte er natürlich auch geologische und klimatologische Fragen zu prüfen, in denen er ausgezeichnet bewandert war (34, 35, 53, 60). — Später dehnte er seine Untersuchungen auch auf die oberrheinische Tiefebene (45), die Schweiz (32) und Skandinavien (20, 33, 49) aus. An Gegnern hat es ihm nicht gefehlt (z. B. O. DRUDE, J. BRIQUET; vgl. 24 und 36); er selbst hat zu vielen florengeschichtlichen Arbeiten anderer Forscher (G. ANDERSSON, C. A. WEBER, GRADMANN, HEGI) kritische Stellung genommen und seine eigene Auffassung oft mit Schärfe betont (z. B. 30, 40, 46, 47).

---

1) „A. SCHULZ hat für die postglaciale Geschichte der mitteleuropäischen Flora auf Grund der von ihm mit besonderer Sorgfalt ermittelten gegenwärtigen Verbreitung vier historische oder Einwanderungselemente unterschieden, deren jedes in einer kühleren oder wärmeren besonderen Periode eingewandert sein soll“ (C. SCHRÖTER in Handwörterbuch der Naturwiss. IV [1913], 938).

Nebenher gingen viele kleinere Arbeiten über einzelne Florenbezirke, über Standorte bemerkenswerter Pflanzen usw. Im Jahre 1910 gründete er mit seinem Freunde K. BERNAU die „Vereinigung zur Erforschung der heimischen Pflanzenwelt“ in Halle, der er bis vor drei Jahren als Vorsitzender angehörte, bis er die Leitung infolge anderer Beschäftigung seinem Freunde übertrug. Eine eifrige Tätigkeit entfaltete er im Thüringischen Botanischen Verein, an dessen Versammlungen er mehrfach teilgenommen hat. Auf botanischen Ausflügen war er ein unübertrefflicher Führer, der nicht nur Standorte seltener Pflanzen zeigte, sondern in fesselnder Weise in die Geschichte der Flora und in die Biologie der Blüten einführte. Dankbar werden seiner diejenigen gedenken, die z. B. an den von ihm mit so vieler Sachkenntnis geleiteten Exkursionen anläßlich der Botanikerversammlungen in Hann.-Münden, August 1919 und Halle, August 1920 teilgenommen haben. (Vgl. CLAUSSEN in Ber. D. Bot. Ges. XXXVIII [1921] p. [1]). Die sehr hohe, schlanke, hagere Gestalt, in den letzten Jahren von etwas gebückter schiefer Haltung, das schmale feingegliederte Antlitz mit den scharfen, ausdrucksvollen, von angestrengter Gedankenarbeit zeugenden Zügen und mit dem langen blonden Kinnbart werden allen im Gedächtnis haften bleiben, die diesen ungewöhnlichen Mann je gesehen haben.

Viele Jahre hindurch reiste er zur Erholung nach Westfalen, wo er, freilich selbst Protestant, viele freundschaftliche Beziehungen zu vornehmen katholischen Kreisen und dortigen Botanikern hatte[1]. Er hat zur Geschichte der floristischen Erforschung dieses von ihm so gern besuchten Landes zahlreiche Beiträge geliefert und ist den älteren Standortsangaben nachgegangen (92, 93, 94, 95, 104, 112).

Im Anschluß an diese Studien seien noch seine lesenswerten Arbeiten über zwei Väter der deutschen Botanik, den Humanisten EURICIUS CORDUS und seinen Sohn VALERIUS CORDUS, erwähnt (105, 127). Sein drittes Forschungsgebiet war die Geschichte der kultivierten Getreide. Die Veröffentlichungen hierüber beginnen seit dem Jahre 1911. Er arbeitete sich in diese schwierigen Formenkreise ein und beherrschte schließlich den Stoff wie kein zweiter. Aus Vorlesungen entsprang seine 1913 veröffentlichte zusammenfassende Abhandlung „Die Geschichte der kultivierten Getreide“ (74). Viele prähistorische Funde wurden ihm zur Begutachtung unterbreitet (90, 98, 99, 107, 111, 115). Immer mehr lenkte sich sein Blick auf die Getreideformen des Ostens, wo wir ja größtenteils den Ursprung unserer heutigen zu suchen haben; dabei mußte er auch auf die Angaben des Altertums zurückgreifen und sie aufzuklären suchen (100, 108, 109, 110, 122, 125). In mehreren Arbeiten hat er Weizen, Roggen, Hafer und Gerste behandelt (54, 55, 57, 58, 59, 64, 70, 71, 72, 101, 102, 116, 126). — Seine sehr wertvolle Getreidesammlung ist glücklicherweise in Deutschland geblieben; sein Freund und Schüler B. KALT, Direktor der Saatzuchtanstalt in Roßleben an der Unstrut, hat sie erworben. Noch liegen über dieses Thema sowie über Floristik und Florengeschichte Handschriften von ihm vor; hoffentlich ist es seinen Schülern möglich, sie zu veröffentlichen, soweit eine fremde Hand imstande ist, die Angaben zu ordnen und das wirklich Neue und Wertvolle herauszuholen.

---

[1] OTTO KOENEN, Die Literatur über die Pflanzenwelt Westfalens (42. Jahresb. Westf. Prov.-Ver. f. Wiss. u. Kunst 1913/14 [1914], 247; 43. 1914/15 [1915], 76 u. 85; 44. 1915/16 [1916], 118 u. 125; 45. 1916/17 [1917], 42 u. 72).

Schriftenverzeichnis.

B. D. G. = Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. — J. Westf. V. = Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst, Bot. Section. — M. Th. V. = Mittheilungen des Thüringischen Botanischen Vereins. — Z. N. = Zeitschrift für Naturwissenschaften, Organ des Naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen u. Thüringen in Halle a. Saale (E. SCHWEIZERBART-Stuttgart, später QUELLE u. MEYER-Leipzig).

1. Die biologischen Eigenschaften von *Thymus chamaedrys* Fries u. *Th. angustifolius* Pers. — Deutsche Bot. Monatsschr. III. (1885) 152—156. — Einige nachträgliche Bemerkungen; a. a. O. 184.
2. Monstrositäten von *Carex hirta* L. — Ebenda IV. (1886) 113—115.
3. Über eine eigentümliche Art des Blühens von *Veronica spicata* L. — Irmischia V. (1886) 89—90.
4. Zur Phylogenese der Cariceae. — Ebenda VI. (1886) 17—21.
5. Über das Ausfallen der Außenwandung von Epidermiszellen bei *Salicornia herbacea*. — B. D. G. IV. (1886) 52—53.
6. Zur Morphologie der Cariceae. — B. D. G. V. (1887) 27—43.
7. Die Vegetationsverhältnisse der Umgebung von Halle. — Halle a. S. 1887; TAUSCH u. GROSSE. 97 S. 4 Kart. — Mitt. Ver. f. Erdkunde in Halle (1887) 30—124.
8. (Brief an P. MAGNUS.) In P. MAGNUS, Über die Bestäubungsverhältnisse der *Spergularia salina* Presl. — Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XXIX. 1887. (1888) 181—185; Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin (1888) 51—53.
9. Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen u. Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen. I u. II. — Bibliotheca botanica X. 1888, 103 S.; XVII. 1890, 224 S. — Cassel (TH. FISCHER).
10. Die floristische Litteratur für Nordthüringen, den Harz u. den provinzialsächsischen sowie anhaltischen Teil an der norddeutschen Tiefebene. — Halle a. S., TAUSCH u. GROSSE 1888; 86 S. — 2. durch Nachtrag vermehrte Aufl. 1891; 90 + 22 S. — Mitt. Verf. f. Erdk. (1888) 88—171.

11. Die floristische Litteratur Sachsens. — Mitth. Vereins f. Erdkunde in Halle (1891) 125; nach Bot. Jahresber. XX. 2, 167.
12. Über die Geschlechtsverteilung in den Blüten der Umbelliferen. — Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XXX. 1888. (1889) p. XXV.
13. Beiträge zur Morphologie u. Biologie der Blüten. — B. D. G. X. (1892) 303—313, 395—409.
14. Grundzüge der Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas seit dem Ausgange der Tertiärperiode. — Inaug.-Diss. Halle-Wittenberg 1892 (Druck des Waisenhauses); 32 S.
15. Die Vegetationsverhältnisse des Saalebezirkes. — Habilitationsschrift 1894; 48 S.
16. Grundzüge einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas seit dem Ausgange der Tertiärzeit. — Jena 1894 (G. FISCHER); IV + 207 S.
17. Entwickelungsgeschichte der phanerogamen Pflanzendecke des Saalebezirkes. — Mitth. Vereins f. Erdkunde in Halle (1898) 104—187; Beihefte zum Bot. Centralbl. VIII. (1899) 334. — TAUSCH u. GROSSE; 84 S.
18. (Mit H. FITTING u. E. WÜST.) Nachtrag zu A. GARCKEs Flora von Halle. — Verh. Bot. Ver. Prov. Brdbg. XLI. (1899) 118—165; XLIII. (1901) 34—53.
19. Entwickelungsgeschichte der phanerogamen Pflanzendecke Mitteleuropas nördlich der Alpen. — A. KIRCHHOFF, Forschung. z. deutsch. Landes- u. Volkskunde XI. 5. (1899) 229—447. (Stuttgart; J. ENGELHORN).
20. Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen Phanerogamen-Flora u. Pflanzendecke der skandinavischen Halbinsel u. der benachbarten schwedischen und norwegischen Inseln. — Abh. Naturforsch. Gesellsch. Halle XXII. (1900) 59—372.
21. Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen in Mitteleuropa nördlich der Alpen. — Forschung. z. deutsch. Landes- u. Volkskunde XIII. Heft 4. (1901); 92 S.
22. (Mit H. FITTING u. E. WÜST.) Erklärung zum „Nachtrag zu meinem Pflanzenverzeichnis von H. EGGERS“. — Allg. Bot. Zeitschr. VIII. (1902) 123—125 (153).
23. Studien über die phanerogame Flora u. Pflanzendecke des Saalebezirkes. I. Die Wanderungen der Phanerogamen im Saalebezirke seit dem Ausgange der letzten kalten Periode. — Halle, TAUSCH u. GROSSE. 1902; 57 S.
24. Über die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke Mitteldeutschlands. — B. D. G. XX. (1902) 54—81; XXIV. (1906) 441—450, 512—521, 563—574 (Kritik gegen DRUDE).
25. Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen im Saalebezirke u. ihre Bedeutung für die Beurteilung der Dauer des ununterbrochenen Bestehens der Mansfelder Seen. — Z. N. LXXIV. (1902) 431—457.
26. Beiträge zur Kenntnis des Blühens einheimischer Phanerogamen. — B. D. G. XX. (1902) 526—556, 580—591; XXI. (1903) 119—129; XXII. (1904) 490—501, 580—590; XXIII. (1905) 18—29, 297—309, 310—313; XXIV. (1906) 372—381.
27. Die halophilen Phanerogamen Mitteldeutschlands. — Z. N. LXXV. (1903) 257—298; Bot. Centralbl. XCV, 380.
28. (Mit H. FITTING u. E. WÜST.) Beiträge zur Kenntnis der Flora der Umgebung von Halle a. S. — Z. N. LXXVI. (1903) 110—116; LXXVIII. (1906) 166—171; LXXIX. (1907) 267—271.

29. Über die Verteilung der Geschlechter bei einigen einheimischen Phanerogamen. — B. D. G. XXI. (1903) 403—412.
30. Die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke der schwäbischen Alb. — ENGLERs Bot. Jahrb. XXXII, (1903) 633—661.
31. (Mit H. FITTING u. E. WÜST.) Über *Muscari Knauthianum* Hausskn. — Z. N. LXXVI. (1904) 353—364; Bot. Centralbl. XCV. (1904) 459.
32. Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der Schweiz. — Beihefte z. Bot. Centralbl. XVII. 1. (1904) 157—194.
33. Über die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke Schwedens. — B. D. G. XXII. (1904) 133—143.
34. Die Wandlungen des Klimas, der Flora, der Fauna u. der Bevölkerung der Alpen u. ihrer Umgebung vom Beginne der letzten Eiszeit bis zur jüngeren Steinzeit. — Z. N. LXXVII. (1904) 41—70; Bot. Centralbl. XCVIII. (1905) 110.
35. Das Schicksal der Alpenvergletscherung nach dem Höhepunkte der letzten Eiszeit. — Centralbl. f. Mineralogie, Geologie u. Palaeontol. (1904) 266—275.
36. Über BRIQUETs xerothermische Periode. — B. D. G. XXII. (1904) 235—247; XXV. (1907) 286—296; XXVI a. (1908) 795—803.
37. Über die Anzahl der Samen in der Hülse von *Astragalus danicus* Retz. u. die Geschichte dieser Art. — Z. N. LXXVII. (1905) 385—398.
38. Das Blühen der einheimischen Arten der Gattung *Melandryum*. — Beiheft z. Bot. Centralbl. XVIII. 1. (1905) 287—318.
39. Das Blühen von *Silene Otites*. — Ebenda, XVIII. (1905) 433—446.
40. Einige Bemerkungen zu GUSTAV HEGIs Abhandlung: „Mediterrane Einstrahlungen in Bayern usw.“ — Verh. Bot. Ver. Prov. Brdbg. XLVIII. (1906) 209—222.
41. Über einige Probleme der Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke Süddeutschlands. — Beiheft z. Bot. Centralbl. XX. 2. (1906) 197—295.
42. Das Blühen von *Stellaria pallida*. — B. D. G. XXIV. (1906) 245—255.
43. Die Bewegungen der Staubgefäße u. Griffel sowie der Perianthblätter der einheimischen Alsinaceen-Arten während des Blühens. — B. D. G. XXIV. (1906) 303—316.
44. Über das Vorkommen von *Carex ornithopoda* Willd. u. *Carlina acaulis* L. im Nord-Saale-Unterbezirk. — Z. N. LXXVIII. (1906) 51—87.
45. Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke der Oberrheinischen Tiefebene und ihrer Umgebung. — A. KIRCHHOFF, Forsch. z. deutsch. Landes- u. Volkskunde XVI. (1906) Heft 3, 167—285.
46. Über die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke des norddeutschen Tieflandes. — B. D. G. XXV. (1907) 515—526, 536—553.
47. Die Entwicklungsgeschichte der recenten Moore Norddeutschlands. — Z. N. LXXX. (1908) 97—124.
48. Entwickelung der Flora des mitteldeutschen Gebirgs- u. Hügellandes. — Z. N. LXXX. (1908) 254—298.

49. Über die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke Skandinaviens. — B. D. G. XXVI a. (1908) 38—49.

50. Die Verbreitung u. Geschichte einiger phanerogamen Arten in Deutschland, hauptsächlich in Mitteldeutschland, sowie der Verlauf der Entwickelung der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke Deutschlands im Allgemeinen. — Z. N. LXXXI. (1909) 51—175.

51. IV. Pflanzenwelt.[1]) Mitt. Vereins f. Erdkunde in Halle; Archiv f. Landes- u. Volkskunde der Provinz Sachsen 1909; 7 S.

52. Einige Bemerkungen über die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke Skandinaviens. — B. D. G. XXVIII. (1910) 126—138, 213—228.

53. Das Klima Deutschlands während der seit dem Beginne der Entwickelung der gegenwärtigen Phanerogamen-Flora u. Pflanzendecke Deutschlands verflossenen Zeit. — Zeitschr. Deutsch. Geolog. Ges. LXII. (1910) 99—116.

54. Abstammung u. Heimat des Weizens. — 39. J. Westf. V. 1910/11. (1911) 147—152.

55. Die Geschichte des Roggens. — Ebenda, 153—163.

56. Über die Wohnstätten einiger Phanerogamenarten (*Salix hastata, Gypsophila repens, Arabis alpina* u. *A. petraea*) im Zechstein-Gebiete am Südrande des Harzes u. die Bedeutung des dortigen Vorkommens dieser Arten für die Beurteilung der Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke Mitteldeutschlands. — M. Th. V. Neue Folge XXIX. (1911) 1—20, 58.

57. Die Geschichte des Weizens. — Z. N. LXXXIII. (1911) 1—68; Bot. Jahresber. XXXIX. 1. 1911, 568, 946.

58. Die Geschichte der Saatgerste. — Z. N. LXXXIII. (1912) 197—283.

59. Die Abstammung des Weizens. — Mitteil. Naturf. Ges. Halle I. Nr. 2. 1911 (1912) 14—17. — Die Abstammung der Saatgerste, *Hordeum sativum*. — Ebenda I. Nr. 3/4. 1911 (1912) 18—27. — A. SCH. als Sekretär der Gesellschaft.

60. Die Wandlungen des Klimas Deutschlands seit der letzten Eiszeit. — Abh. Naturforsch. Ges. Halle N. F. Nr. 1 (1912); 49 S.

61. (Mit O. KOENEN.) Die halophilen Phanerogamen des Kreidebeckens von Münster. — 40. J. Westf. V. 1911/12. (1912) 165—192.

62. (Mit O. KOENEN.) Über die Verbreitung einiger Phanerogamenarten in Westfalen. — Ebenda, 192—208.

63. Über die auf schwermetallhaltigem Boden wachsenden Phanerogamen Deutschlands. — 40. J. Westf. V. 1911/12. (1912) 209—227.

64. Die Geschichte des Roggens. — Zeitschr. f. d. gesamt. Getreidewesen IV. (1912) 278.

65. Aus der Thüringer Flora. — M. Th. V. XXIX. (1912) 36—39, 66.

66. Über zweizeilige Gersten mit monströsen Deckspelzen. — Ebenda, XXIX. (1912) 39—43, 66.

---

1) Seit 1891 in derselben Zeitschrift fast jährlich einige Besprechungen (Litteraturberichte zur Landes- u. Volkskunde der Prov. Sachsen nebst angrenzenden Landesteilen).

67. Die Entwickelungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora u. Pflanzendecke Deutschlands u. seiner Umgebung (mit Ausschluß der Alpen). — B. D. G. XXX. (1912) 108—120.

68. Die Abstammung des Einkorns (*Triticum monococcum* L.). — Mitteil. Naturf. Ges. Halle II. 1912 (1913) 12—16.

69. *Triticum aegilopoides Thaoudar × dicoccoides.* — Mitteil. Naturf. Ges. Halle II. 1912. (1913) 17—20.

70. Beiträge zur Kenntnis der kultivierten Getreide u. ihrer Geschichte. — Z. N. LXXXIV. (1913) 339—347, 414—423, 424—427; LXXXV. (1914) 342—347, 395—396.

71. Abstammung u. Heimat des Saathafers. — Z. N. LXXXIV. (1913) 407—413; Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen V. (1913) 139—142; M. Th. V. XXXI. (1914) 6—11.

72. Abstammung u. Heimat der Saatgerste. — 41. J. Westf. V. 1912/13. (1913) 201—204.

73. Die Geschichte des Saathafers. — Ebenda, 204—217.

74. Die Geschichte der kultivierten Getreide. I. Halle, L. NEBERT 1913; 134 S.

75. Über das Vorkommen von *Prunus fruticosa* in Mittel- u. Westdeutschland. — Mitt. Bayer. Bot. Ges. z. Erforsch. d. heim. Fl. III. Beilage 2. (1913) 38.

76. Über die Verbreitung von *Thalictrum simplex* L. im Saalebezirke u. im westlicheren Norddeutschland, sowie über das Vorkommen von *Th. angustifolium* Jacq. im Südsaaleunterbezirke. — M. Th. V. N. F. XXX. (1913) 23—30.

77. Über das Vorkommen von *Erythraea litoralis* Fr. bei Frankenhausen. — M. Th. V. XXX. (1913) 42—43.

78. Die im Saalebezirke wildwachsenden strauchigen Sauerkirschen. — M. Th. V. XXX. (1913) 30—42; XXXI. (1914) 40—50; XXXIII. (1916) 24—28.

79. Über das Vorkommen von *Marrubium creticum* Mill. u. *M. creticum* Mill. × *vulgare* L. in der Grafschaft Mansfeld im 16. Jahrhundert. — M. Th. V. XXX. (1913) 65—68.

80. Über *Papaver trilobum* Wallr. — M. Th. V. XXX. (1913) 128.

81. Über eine neue spontane *Eutriticum*form: *Triticum dicoccoides* Kcke. forma *Straussiana.* — B. D. G. XXXI. (1913) 226—230; M. Th. V. XXXI. (1914) 62.

82. Beiträge zur Kenntnis der Flora u. Pflanzendecke des Saalebezirkes I—IV. — Z. N. LXXXIV. (1913) 197—205; LXXXV. (1914) 1—9, 348—350, 397—402.

83. Beiträge zu O. KOENEN, Über das Vorkommen von *Oenanthe peucedanifolia* Poll. u. *O. Lachenalii* Gmel. in Westfalen. — Allg. Bot. Zeitschr. XIX. (1913) 57—59.

84. Über die Ansiedelung u. Verbreitung halophiler Phanerogamenarten in den Niederungen zwischen Bendeleben u. Nebra. — M. Th. V. XXXI. (1914) 11—29.

85. Über das Vorkommen von *Artemisia maritima* L. auf der Ruine der Burg Arnstein bei Hackerode im Mansfelder Gebirgskreise. — Ebenda, 29—35, 76.

86. Über das Vorkommen von *Onobrychis arenaria* in der Umgebung von Halle. — Ebenda, 35—40.

87. Über die Verbreitung von *Silene Otites* u. *Gypsophila fastigiata* im Südsaalebezirke. — M. Th. V. XXXI. (1914) 50—56, 76.

88. Exkursion in der Umgebung von Blankenburg. — M. Th. V. XXXI. (1914) 67—70.

88a. Über das Vorkommen von *Carlina acaulis* L. bei Rössen. — Ebenda, 76.
89. Über mittelalterliche Getreidereste aus Deutschland. — B. D. G. XXXII. (1914) 633—638; Z. N. LXXXV. (1914) 342—347.
90. Über Kulturpflanzen u. Unkräuter Deutschlands in prähistorischer Zeit. — Z. N. LXXXV. (1914) 329—341.
91. Die Geschichte der phanerogamen Flora u. Pflanzendecke Mitteldeutschlands vorzüglich des Saalebezirkes seit dem Ende der Pliozänzeit. I. — Halle a. S. LOUIS NEBERTs Verlag (ALBERT NEUBERT) 1914; 202 S. (Bericht der Vereinig. z. Erforsch. der heimisch. Pflanzenwelt I).
92. FRIEDRICH EHRHARTs Anteil an der floristischen Erforschung Westfalens. — 42. J. Westf. V. 1913/14. (1914) 114—151; 44. 1915/16 (1916) 76—87; vergl. 46. (1918) 12.
93. GOTTLIEB BARCKHAUSENs Specimen botanicum 1775. — 42. J. Westf. V. 1913/14. (1914) 152—157.
94. Über das Indigenat der Kiefer u. Fichte in Westfalen. — 42. J. Westf. V. 1913/14. (1914) 222—229.
95. Die Anfänge der floristischen Erforschung Westfalens. — 43. J. Westf. V. 1914/15. (1915) 7—12, 81.
96. FRANZ WERNEKINCK als Botaniker, besonders als Florist des Münsterlandes. — 43. J. Westf. V. 1914/15. (1915) 13—36; 44. 1915/16. (1916) 51—53.
97. Über das Vorkommen von *Carex ornithopoda* im norddeutschen Flachlande. — Verh. Bot. Ver. Prov. Brdbg. LVII. (1915) 76—77.
98. Über neue Funde von Getreideresten aus prähistorischer Zeit in den thüringisch-sächsischen Ländern. — Naturw. Wochenschr. XXX. Nr. 17. (1915) 266—270.
99. Über einen neuen Fund von hallstattzeitlichen Kulturpflanzen- u. Unkräuter-Resten in Mitteldeutschland. — B. D. G. XXXIII. (1915) 11—19.
100. Über eine Emmerform aus Persien u. einige andere Emmerformen. — B. D. G. XXXIII. (1915) 233—242.
101. Über die Abstammung des Weizens. — M. Th. V. XXXIII. (1916) 11—16, 71.
102. Abstammung u. Heimat des Saathafers. — Ebenda, 16—21.
103. Die Anzahl der Samen in der Hülse von *Astragalus danicus* Retz. — Ebenda, 21—24.
104. Beiträge zur Geschichte der pflanzengeographischen Erforschung Westfalens. — 44. J. Westf. V. 1915/16. (1916) 54—75; 45. 1916/17. (1917) 5—20; 46. 1917/18. (1918) 1—16.
105. Valerius Cordus als mitteldeutscher Florist. — M. Th. V. XXXIII. (1916) 37—66.
106. Die Getreide der alten Ägypter. — Abh. Naturforsch. Ges. Halle N. F. Nr. 5. (1916) 5—39; M. Th. V. XXXIV. (1918) 18.
107. Die bis jetzt aus dem Saalegebiete bekannten hallstattzeitlichen Kulturpflanzen. — Mitt. Naturforsch. Ges. Halle IV. (1916) 1—7.
108. Über den Nacktweizen der alten Ägypter. — B. D. G. XXXIV. (1916) 601—607.
109. Über die nackte u. die beschalte Saatgerste der alten Ägypter. — Ebenda, 607—619.
110. Der Emmer des alten Ägyptens. — B. D. G. XXXIV. (1916) 697—709.
111. Über einen Fund von hallstattzeitlichen Roggenfrüchten in Mitteldeutschland. — B. D. G. XXXIV. (1916) 890—898.

112. Beiträge zur Kenntnis der westfälischen Phanerogamen I. (*Alsine tenuifolia.*) — 45. J. Westf. V. 1916/17. (1917) 28—30.
113. Über das Nektarium von *Caltha palustris* L. — B. D. G. XXXV. (1917) 555—557.
114. Über die Nacktgerste bei griechischen Schriftstellern des Altertums. — B. D. G. XXXV. (1917) 638—641.
115. Über prähistorische Reste des Einkorns (*Triticum monococcum* L.) und des Spelzes (*Tr. Spelta* L.) aus Süddeutschland. — B. D. G. XXXV. 1917. (1918) 726—731.
116. Abstammung u. Heimat des Roggens. — B. D. G. XXXVI. (1918) 39—47.
117. Abstammung u. Heimat des Rispenhafers u. des Fahnenhafers (*Avena diffusa* Neilr. u. *A. orientalis* Schreb. — B. D. G. XXXVI. (1918) 229—232.
118. Über das Vorkommen von Halophyten in Mitteldeutschland auf kochsalzfreiem Boden. — B. D. G. XXXVI. (1918) 410—413.
119. *Lathyrus montanus* Bernh. mit verkümmertem Oberblatt. — B. D. G. XXXVI. (1918) 572—574.
120. Über Rückschlagsindividuen mit Spelzweizeneigenschaften bei Nacktweizen der Emmerreihe des Weizens. — B. D. G. XXXVI. (1918) 669—671.
121. Bericht über die Exkursionen am 2. u. 3. Juni 1914. — M. Th. V. XXXIV. (1918) 10—11.
122. Über den Anbau des Emmers in Vorderasien. — M. Th. V. XXXIV. (1918) 13.
123. Über die Verbreitung mehrerer interessanter Pflanzen im Saalebezirke. — Ebenda, 18.
124. Vorlage von Abhandlungen usw. — Ebenda, 18—20.
125. Beiträge zur Kenntnis der Geschichte der Spelzweizen im Altertum. — Abh. Naturforsch. Ges. Halle N. F. Nr. 6. (1918) 5—43.
126. Getreidestudien I. — Abstammung u. Heimat des Roggens. — B. D. G. XXXVII. (1919) 528—530.
127. EURICIUS CORDUS als botanischer Forscher u. Lehrer. — Abh. Naturforsch. Ges. Halle N. F. Nr. 7. (1919) 5—32.
128. Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung interessanter Phanerogamenformen im Saalebezirke I. — M. Th. V. XXXV. (1921) 13—20.

Verzeichnis der Pflanzennamen

(einschließlich einiger Tiernamen).

Abies alba 108, 128, 292.
— *amabilis* 292.
— *balsamea* 292.
— *concolor* 292.
— *Nordmanniana* 292.
— *sibirica* 337, 338.
Acanthaceae 212.
Acanthaceen 41—49.
Acanthophiobolus, 114—117, 120.
Acanthostigma 115, 119.
— *helminthosporum* 117.
Acanthotheciella 120.
Acer 378.
— *Pseudoplatanus* 51, 294.
Aceraceae 294.
Achillea Millefolium 322, 327.
Aconitum Napellus 285.
— *variegatum* 230, 232.
Acriulus 356.
Acrocarpus 125, 130.
— *stellatus* 127.
Acrolepis 355.
Actinomyces (26).
— *aerugineus* (29).
— *asteroides* (29).
— *bovis* (29).
— *caprae* (29).
— *cellulosae* (28).
— *coelicolor* (28).
— *farcinicus* (29).
— *flavus* (28).
— *Foersteri* (29).
— *nigrificans* (28).
— *ochraceus* (28).
— *Pelletieri* (29).
— *polychromogenes* (29).
— *scabies* (29).
— *tricolor* (28).
Actinoschoenus 356.
Adamantogeton 125, 130.
Aerothrix (27), (29).
Aesculus Hippocastanum 377.
Agrostis alba var. *stolonifera* 368, 369.
— *canina* 374, 375, 376.
Ahelicothrix (29).
Alaria esculenta 187.
Albizzia 167.
Aldrovandia 304.
Algen 236.
Alisma plantago 386.
Allium 160, 302, 306.
— *Cepa* 157.
Alnus 110, 337,
— *glutinosa* 370.
— *incana* 293, 335.
Alsineae 275, 279, 280.
Alsinoideae 275, 280.
Ammophila arenaria 367, 368.
Anabasis 131.
Anacardium occidentale 281.
Anchusa italica 286.
Andrena florea 66.
Androtrichum 355, 357.
Angiospermen 185, 186.
Anogyna 125, 130.
Anthoxanthum odoratum 368.
Anthriscus silvestris 386.
Anthurien 310.
Anthurium 208, 210, 211.
— *bellum* 211.
— *Binotii* 208, 210, 211.
— *candidum* 211.
— *coriaceum* 211.
— *cuspidatum* 211.
— *grandiflorum* 211.
— *Harrisii* 211.
— *imperiale* 211.
— *leodinente* 211.

Anthurium Miguelianum 211.
— *Olfersianum* 208, 211.
— *Olfersianum* var. *Vellozianum* 208.
— *Scherzerianum* 211.
— *Sellowianum* 211.
— *trinervium* 211,
Aphaenogaster spec. 66.
Apium 287.
— *graveolens* 285.
Apocynaceae 295.
Aquilegia 85.
— *vulgaris* 285.
Araceae 208, 211.
Araceen 304, 310.
Araucaria brasiliana 281.
Arceuthobium (20)—(25).
— *divaricatum* (24).
— *Douglasii* (24), (25).
— *occidentale* (20), (22).
— *oxycedri* (20), (21), (23)
Arenaria 280.
Armoracia 168.
Aroccin 304.
Artemisia campestris 368.
Arthrostylis 356.
Arum 85.
Asclepias 287.
— *Cornuti* 379.
— *tuberosa* 285.
Asclepidiaceae 285.
Ascolepis 355.
Ascomyceten 185.
Aster 61.
Asterochaete 355, 356.
Astragalus cicer 285.
Athiorhodaceae 312.
Aucuba 136, 137.
Aulacomnium palustre 370, 371.
Aulacorhynchus 356.
Avena 102—106, 195, 198, 223, 229.
— *sativa* 102.
Averrhoa 4.
Azalea 59.

Bacillus pyocyaneus 220.
Bakterien 232.
Basidiomyceten 185.
Batrachospermum 178.
Becquerelia 356.
Becquerella 130.
Begoniaceen 41.
Berberis 6.
— *nitens* 7, 8.
— *vulgaris* var. *atropurpurea* 7, 8.
— — var. *microphylla* 8.
Berlesiella 112.
— *echinata* 112.
— *parasitica* 112.
Bertia parasitica 112.
Betula 337.
— *papyrifera* 293.
— *pubescens* 329, 330.
— *verrucosa* 293, 322, 323, 324, 327, 335, 370, 372.
Betulaceae 293.
Betulaceen 193.
Bicornes 377, 379.
Bignoniaceen 288.
Biophytum 4, 9.
— *sensitivum* 9.
Bisboeckelera 356.
Bisboeckelerinae 356.
Bisboeckelerineen 126.
Boeckeleria 356.
Boehmeria utilis 341.
Boerhavia 287.
— *discolor* 285.
Bombacaceen 275.
Borraginaceae 286.
Borrago officinalis 286.
Botrydiopsis 241, 245.
Botrydium 246.
Bougainvillea 85.
Brachychiton populneum 281, 282, 285.
Braya 131.
Bromeliaceen 304, 309.
Brugmansia 281.
— *arborea* 281, 282.
Bruguiera 167—170.
— *eriopetala* 165.
Brunella vulgaris 386.
Bryonia 66.
Bryophyten 185.
Bulbocystis 355.
Buxaceae 378.

Caesalpinieae 212.
Calamagrostis lanceolata 370, 372, 373, 376.
Callisia repens 190.

Calluna vulgaris 368, 370, 371, 374, 375.
Calyptrocarya 356.
Camellia 164.
— *japonica* 177.
Campanula trachelium 61.
Campanulaceae 212, 286.
Canarina campanula 286.
Cannabis 382.
— *sativa* 382.
Capitularia 357, 359, 361.
Capsicum 230, 233.
— *annuum* 231.
— *longum* 230.
Cardamine pratensis 386.
Carex 354, 357, 368, 372.
— *arenaria* 368, 369.
— *flava* 372.
— *Goodenoughii* 372, 374, 375, 376.
— *Oederi* 375.
— *panicea* 375.
— *riparia* 114.
— *rostrata* 376.
— *stellulata* 375, 376.
Carica 281.
— *papaya* 281, 282.
Cariceen 126.
Caricoideae-Bisboeckelerieae 356.
Caricoideae-Cariceae 356.
Caricoideae-Sclerieae 356.
Carpha 355, 356.
Carpinus Betulus 51, 293.
Caryophyllaceae 212.
Caryophyllaceen 275—280.
Cassia 281.
— *fistula* 281.
Catagyna 356.
Caustis 356, 364.
Cecropia 281, 283.
Centaurea cyanus 61.
Centritractus 241, 242.
Cephalocarpus 356.
Cephaloscirpus Dracaenula 133.
Chaetoceras 244, 245.
Chamaecyparis Menziesii 83.
Champereia 41, 48.
Characiopsis 241, 242.
Chionanthus Ghaeri 359.
Chlorobotrys 241, 242, 245.
Chlorocharis 355.
Chlorochromonas 247.
Chlorophyceen 185, 186.
Chlorophyta 247.
Chlorothecium 241, 242, 246.
Chorizandra 359.
— *cymbaria* 360.
— *enodis* 360.
— *sphaerocephala* 360.
Chromatium 312, 317.
— *Linsbaueri* 313, 314, 315, 316, 317.
Chrysithrichinae 356, 359.
Chrysomonaden 236—248.
Chrysomonadineen 248.
Chrysithrix 359, 364.
— *capensis* 359.
— *distigmatosa* 359.
— *junciformis* 359.
Chrysophyta 247, 248.
Chrysopyxis 238, 239.
Cichorium intybus 286.
Cirsium palustre 115.
Citrus aurantium 281.
Cladiinae 356.
Cladium 356, 357.
— *Mariscus* 364.
Cladonia 368.
Cladotheca 130.
Cleonus punctiventris 149.
Cobresia 356.
Coccosperma 130.
Coleochaete 181, 182.
Colletes spec. 66, 68.
Colobanthus 280.
Comarum palustre 375.
Comostemum 355.
Compositae 212, 286.
Coniocybe nivea 345.
Conjugaten 181, 185.
Convolvulaceae 285.
Convolvulaceen 57, 62, 285.
Convolvulus 287.
— *Ottonis* 285.
— *purpureus* 57.
Coriaria 379.
Cornacee 84.
Coronaria flos cuculi 386.
Coryanthes 301.
Corylus avellana 293.
Costularia 357.
Courtoisia 355.
Crataegus 131, 294.

Crataegus oxyacantha 155, 156, 294.
Cruciferae 212, 285.
Cryptangieen 126.
Cryptangium 125, 126, 127, 130, 356.
— *arundinaceum* 127.
— *Dracaenula* 133.
— *stellatus* 127
— *triquetrum* 127.
Cryptanguina 180.
Cryptomonaden 246.
Cucurbita 302.
Cucurbitaria 112.
Cuphea lanceolata 162.
Cyanophyceen 93.
Cyathochaeta 356, 359.
Cyclamen persicum 147.
Cyclocampe 355.
— *elongata* 356, 359.
Cylindrolepis 357.
Cynara 287.
Cyperaceae 212, 354.
Cyperaceen 126, 129, 353—364.
Cyperinae 355.
Cyperus 355, 358.
Cypsella suilliha 150.
Cytisus Laburnum 318.
— *scoparius* 294.

Dacryomyces abietinus 388.
Dactylis glomerata 335, 336.
Decalepis 356.
Delesseria 178.
Deschampsia caespitosa 336, 337.
Desmidiaceen 189.
Diatomaceen 185.
Diatomeae centricae 185.
Diatomeen 236—248.
Diatrype 112.
— *disciformis* 111.
Dichromena 356.
Dicranum scoparium 368.
Dictyota 179, 184, 186.
Dictyotaceae 180.
Didymia 356.
Digitalis ambigua 203.
— *purpurea* 203.
Dinobryon 237.
— *marchicum* 238.
— *tabellariae* 237.
— *utriculus* 237, 238, 239.
Dionaea 304.
Diplacrum 356.
Diplasia 359.
— *Karataefolia* 359.
Dipsacaceae 286.
Dipsaceae 212.
Dipsacus fullonum 286.
Draparnaldia (23).
Drosera 304, 309, 370, 375.
— *anglica* 369, 376.
— *anglica* × *rotundifolia* 369.
— *intermedia* 369, 375.
— *obovata* 369.
— *rotundifolia* 369, 376.
— *rotundifolia* var. *maritima* 369.
Drosophyllum 304.
Dulichium 355.
Durandia 357.

Echinopsis 85.
Ecklonea 356.
Eiche 51.
Elaeis 217, 218.
— *dura, nigrescens* 214.
— *guinensis* var. *sempernigra* 213.
Eleocharis 364.
— *plantaginea* 364.
Elodaea 313.
Elynanthus 355, 356.
Empetraceae 378.
Empetrum 377.
— *nigrum* 368, 370, 371, 374, 375, 376.
Entodesmium 118, 119.
— *rude* 118.
Epicymatia episphaerica 111, 112.
Epilobium 201, 203, 205, 206.
— *albicans* . *velans* = *albivelutina* 201.
— *angustifolium* 323, 327.
— *fallax* 201.
— *hirsutum* 202, 204, 205.
— *hirsutum* × *montanum* 206.
— (*hirsutum* × *palustre*) × *hirsutum* 205.
— (*hirsutum* × *palustre*) × *montanum* 206.
— (*hirsutum* × *palustre*) × *palustre* 205.
— *montanum* 202, 203, 204, 205.
— *palustre* 202, 203, 204, 205, 376.
— *parviflorum* 202, 203, 204, 205.
— *parviflorum* × *montanum* 203.
— *parviflorum* × *roseum* 202, 203, 204.
— *rigidum* 203.

Epilobium roseum 202, 203, 204, 205.
— *roseum × parviflorum* 202, 204.
— *rubivelutina* 201.
— *triste* 203.
— *velans · rubens* 201.
— *velutina* 201.
Epischoenus 356.
Elodea 313.
Equiseten 308.
Equisetum 304.
— *limosum* 308.
— *silvestre* 308.
Erbsen 306.
Ericales 378.
Erica tetralix 368, 370, 371, 372, 374, 375, 376.
Eriobotrya 156, 281.
— *japonica* 155, 156.
Eriophorum 129, 353, 355, 363.
— *polystachyum* 370, 372, 375.
Eriospora 356.
Erodium 59.
— *ciconium* 58.
— *gruinum* 58.
Erythraea Centaurium 370.
Erythrinospora (29).
Euminuartia 277, 279.
Eu-Pestalozzia 81.
Euphrasia Rostkoviana 164.
Eutypa 112.
Evandra 356.
Everardia 357.
Exocarya 359.
— *montivaga* 360,
— *scleroides* 360.
— *ustulata* 360.
Exochogyne 126, 129, 357.

Fagus 111.
Festuca rubra var. *arenaria* 368, 369.
Ficina 355, 364.
Ficus 41, 49, 281, 283, 284, 364.
— *elastica* 249, 250, 284.
— *venosa* 41.
Filipendula ulmaria 386.
Fimbristylis 355.
Fintelmannia 356.
Flagellaten 185, 236.
Florideen 178, 181, 185, 187.
Foeniculum 287.
Foeniculum officinale 285, 286, 287.
Fraxinus excelsior 281.
— *pubescens* 294.
Fucaceae 180, 186.
Fucus 184, 186.
Fuirena 355.
— *stricta* 355.
Funaria hygrometrica 274.
Fusarium (27).

Gahnia 126, 357, 359.
Galicineae 212.
Galinsoga parviflora 341.
Genlisia 304.
Gentiana 160, 161, 162, 163.
— *Sturmiana* 158, 159, 162, 163, 164.
Geranium 59.
Girardinia palmata 41, 49.
Glaucospora (29).
Glyceria aquatica 114.
Goodyera repens 368.
Gossypium 281.
Gramineae 212.
Grammatophora 240.
Griffithsia 178.
Griselinia 85.
— *littoralis* 84.
Gymnoschoenus 356.
Gymnospermen 185, 186.

Halictus spec. 66, 68.
Halosphaera 236, 241, 242, 245.
Hedera 75.
— *helix* 84.
Hefe 219—223.
Heleocharis 355.
— *plantaginea* 361.
Heleomyza modesta 150.
Helicothrix (29).
Hemicarpha 355.
Hemichlaena 355.
Hesperideae 212.
Hesperis matronalis 285.
Heterococcus 241.
Heterochroma (29).
Heterokonten 236—248.
Hieracium umbellatum 368.
Hippuris vulgaris 386.
Hispanicae 278, 280.
Holcus lanatus 368.

Homogyne alpina 164.
Hoppia 126, 356.
Hoppiinae 356.
Hordeum 302.
Hottonia palustris 386.
Hyalobryon 239
— *Borgei* 238, 239.
— *Lauterborni* 238, 239.
— *mucicola* 239.
— *ramosum* 238, 239.
— *Voigti* 238, 239.
Hydrocharis 169, 170.
— *Morsus ranae* 168.
Hydrocotyle vulgaris 371, 372, 374, 375, 376, 386.
Hylocomium splendens 374.
Hypnum Schreberi 368, 370, 374.
Hypolytrinae 355.
Hypolytrum 355, 359.
— *pandanophyllum* 360.
Hypoporum 356.

Ideleria 356.
Ilex 85, 377, 378.
— *aquifolium* 84, 377.
Impatiens parviflora 341.
— *Sultani* 342.
Incarvillea 288, 290.
— *Delavayi* 288, 289.
Insectivoren 304, 309.
Ipomoea 57, 60, 61.
— *bona nox* 285.
— *codonantha* 285.
— *Leari* 58.
— *rubrocoerulea* 58.
— sp. 341.
Iris bohemica 59.
— *germanica* 83, 177.

Jacaranda chelonia 281.
Jasione montana 368, 370.
Jatropha 281.
— *curcas* 281.
Juncellus 355.
Juncus balticus 368, 370, 375.
— *effusus* 376.
— *filiformis* 375, 376.
— *lamprocarpus* 368, 370, 375.
— *squarrosus* 370, 375.
Juncus supinus 375.
Juniperus (23), (24), (25).
Justitia carnea 45.

Kephyrion 238, 239.
Klotschii 115.
Kürbis 306.
Kyllingia 355.

Labiatae 212.
Lagenocarpus 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 356, 364.
— *adamantinus* 131.
— *brevifolius* 131.
— *campestris* 131.
— *ciliatus* 131.
— *comatus* 131.
— *dioicus* 131.
— *distichophyllus* 131.
— *Glaziowii* 131.
— *griseus* 131.
— *guianensis* 131.
— *humilis* 132.
— *insignis* 132.
— *juncifolius* 132.
— *leptocladus* 132.
— *Martii* 132.
— *melanocarpus* 132.
— *minarus* 132.
— *pauciflorus* 132.
— *polyphyllus* 132.
— *rigidus* 127, 132.
— *Schenkianus* 132.
— *stellatus* 127, 132.
— *strictus* 133.
— *tenuifolius* 133.
— *topazinus* 133.
— *tremulus* 128, 133.
— *triquetrus* 133.
— *velutinus* 128, 133.
Laminaria 184.
— *digitata* 187.
— *flexicantis* 187.
— *saccharina* 187.
Laminariaceen 180, 184, 186.
Lamium album 322, 324, 327, 331, 332. 335, 336.
Larix leptolepis 292.
Lasiosphaeria 115.
— *gracilis* 115, 116, 117, 120.

Lasiosphaeria helminthospora 115, 117, 120.
Lathraea 304.
— *Squamaria* 309.
Lathyrus latifolius 250, 251.
Ledum palustre 376.
Leguminosae 285, 294.
Leguminosen 348, 350.
Lemna 307.
Leontodon autumnalis 386.
Lepidosperma 356, 361.
— *elatius* 361.
— *gladiatum* 361.
— *resinosum* 361.
— *squamata* 361.
Lepironia 359.
— *articulata* 360.
— *compressa* 360.
— *mucronata* 360.
Leptolepis 356.
— *sec.* 356.
Leptosphaeria 119.
— *ophioboloides* 118.
Leptosphaeriopsis 118.
Leptospora 118, 119.
Leptosporopsis 119.
Leria (Blepharoptera) caesia 150.
— *serrata* 150.
Lerisca 130.
Leucospora (29).
Ligustrum 382.
Limosina silvatica 150.
Linaria 211.
— *genistifolia* 210.
— *odora* 368.
Lineae 212.
Linum 380, 382.
— *perenne* 382.
— *usitatissimum* 379, 382.
Lipocarpha 355.
Lipocarphinae 355.
Listera cordata 376.
Litorella uniflora 374.
Lobeliaceae 212.
Lophocarpus 357.
Lophoschoenus 355, 356.
— *Hornei* 356, 359.
Loranthaceae 298.
Loranthaceen 65, (21).
Loranthus 67, 68.
Loranthus Ehlersii 69.
— *europaeus* 64, 65, 66, 69, 70, 293.
Lotus uliginosus 375.
Lupinus 59.
— *angustifolius* 36, 39, 40.
Luzula multiflora 368.
Lycopodien 307, 310
Lycopodium clavatum 307, 368, 370.
— *inundatum* 370, 375.
— *Selago* 307.
Lysimachia nummularia 386.
Lythrarieae 212.
Lythrum Salicaria 375.

Macrochaetium 356.
Mais 306.
Mallomonas 245.
Mandragora 287.
— *officinalis* 286.
Mangifera indica 281.
Manihot 85.
Mapania 359.
— *amplivaginata* 360.
— *dolichostachya* 360.
— *montana* 360.
— *Schomburgkii* 360.
— *silvatica* 360.
— *spec. nov.* 360.
Mapaniaceae 360.
Mapaniopsis 357.
Mariscus 355.
Marsdenia erecta 379.
Masdevallia muscosa 296, 297, 301.
Matapalo blanco 284.
— *colorado* 284.
Medicago 287.
— *sativa* 285.
Menispermaceae 212.
Melampyrum pratense 368.
— *silvaticum* 164.
Melancranis 355.
Melandrium 266.
Melia 281.
— *azedarach* 281.
Meliola 113.
— *Elissii* 113.
— *niduians* 113.
— *sudetica* 112, 113.
Meringosphaera 242, 243, 245.

Mesomelaena 356.
Mespilus japonica 155.
Micrococcus 232, 233.
— *roseus* 233.
Microlepis 125, 130, 131.
Microschoenus 356.
Microspira vacillans 315.
Mikrobien 219, 221.
Mimosa 4, 9, 10, 301.
— *argentea* 348.
— *elliptica* 348, 349.
— *pudica* 3, 11—18, 348, 349.
— *Spegazzini* 11—14, 16, 17, 348, 349.
Minuartia 275, 276, 279, 280.
— *hamata* 278, 279.
— *hispanica* 278, 279.
— *sclerantha* 275, 277, 278, 279.
Minuartien 279.
Mirabilis 287.
— *jalapa* 285, 286.
Mistel 291.
Moehringia 280.
Molinia coerulea 375.
Momordica 213, 217, 218.
— *Balsamina* 213.
— *Charantia* 213.
Monadaceen 246.
Monochaetia 81.
Monochroma (29).
Monodus 241.
Montanae 278.
Morina longifolia 286.
Moringa pterygosperma 281, 282, 283.
Mucor 78.
Mycaena 149.
— *filopes* 149.
Myosotis dissitiflora 58.
— *palustris* 61.
Myrica gale 372, 373, 374, 375, 376.
Myriophyllum 304, 308, 310.
Myxomyceten 185.

Nardus stricta 375, 376.
Nectria 108, 110, 111.
— *Bolbophylli* 111.
— *cinnabarina* f. *rosae* 110.
— *flammeola* 110, 111.
— *galligena* 110.
— *haematococca* 111.
— *illudens* 111.
Nectria tricolor 108, 109, 110, 111.
Nemalion 178.
Neolophocarpus 357.
Neosenaca ciponensis 357.
Nepenthes 304.
Neptunia 4.
— *oleracea* 348.
Nerium oleander 295, 379.
Nicandra physaloides 230.
Niesslia 114.
Nitophyllum 178.
Nodulosphaeria 118.
Nuphar luteum 386.
Nyctaginaceae 285.

Ochromonaden 246.
Oenanthe fistulosa 386.
Oenothera albicans 268, 269, 270.
— *albicans* · R-*velans* 269.
— *acaulis* 285.
— *biennis* 265, 268, 269.
— *biennis* = *albicans* · *rubens* 269.
— *biennis* × *Lamarckiana* 266.
— (*biennis* × *Lam.* rotnervig) *velutina* rotnervig 269.
— (*biennis* × *Lam.*) *velutina* F_1 265.
— *biennis* × *velutina* 269.
— *biennivelutina* 270.
— *curvans* 268, 269, 270.
— *fallax* 269.
— *fallax* = r-*velans* · *rubens* 269.
— *gaudens* 265, 266, 270.
— *Hookeri* ♂ 269.
— *haplo-Hookeri* 270.
— ^{h}*Hookeri* 270.
— *laeta* 265, 266.
— *laeta* F_1 265.
— *Lamarckiana* 205, 264, 265, 268, 270.
— (*Lamarckiana* × *muricata*) *gracililaeta* = *gaudens* · *curvans* 205.
— *Lam.* rotnervig × *Lam.* weißnervig 266.
— *missouriensis* 285.
— *muricata* 201, 205, 268, 269.
— *muricata* ♂ 269.
— (*muricata* × *Lamarckiana*) *gracililaeta* = *curvans* · *gaudens* 205.
— [(*muric.* × *Lam.*) *velutina* × *muric.*] *gracilivelutina* — = R-*velans* · *curvans* 269.

Oenothera R-*albicans* 270.
— R-*velans* 266.
— r-*velans* 266, 269.
— R-*velans* · *rubens* 269.
— *rigens* 268, 270.
— *rigida* 269.
— R-*rubens* · R-*velans* 269.
— R-*rubens* · r-*velans* 269.
— *rubens* 265, 268, 270.
— *rubrigracilis* 269.
— *rubrigracilis* = *curvans* · *rubens* 269.
— *velans* 265, 269, 270.
— *velutina* 265, 266, 269.
— *velutina* = *albicans* · *velans* 269.
Oleaceae 294.
Olea europaea 281, 295.
Ölpalmen 218.
Ophiobolus 114, 115, 116, 117, 118, 119.
— *acuminatus* 117.
— *barbata* 115.
— *barbatus* 119.
— *chaetophora* 114, 115.
— *chaetophorus* 115, 120.
— *compressus* 119.
— *disseminans* 117.
— *gracilis* 115.
— *helminthospora* 114.
— *herpotrichus* 119.
— *incompta* 114.
— *incomptus* 115, 119.
— *Niesslii* 119
— *Penicillus* 115.
— *Tanaceti* 119.
— *trichella* 115.
— *trichellus* 119.
Ophiochaeta 114, 115, 116, 117, 118, 119.
— *cereicola* 119.
— *Inulae* 119.
— *Penicillus* 114, 116.
— *Raciborski* 119.
— *ramealis* 119.
Ophiocytium 236, 237, 239, 240, 241, 242.
Ophiosphaeria 114, 116, 120.
— *tenella* 114, 116, 120.
Ophiotricha 117, 120.
Orchis latifolius 386.
Orobium 125, 130, 131.
Oreobolus 356.
— *Pumilio* 356, 359.
Oreograstis 355
Oxalis acetosella 87.

Paphiopedilum 301.
Papilionaceae 212.
Parietaria officinalis 382.
Paris 88, 89, 92.
— *quadrifolius* 88.
Passiflora 85.
Pellionia Daveauana 138.
Penicillium 85.
Pentasticha 355.
— *madagascariensis* 355.
Peridineen 246.
Persea 281.
— *gratissima* 281.
Pestalozzia 79, 81.
— *conigena* 82, 83.
— *foedans* 82.
— *funerea* 82, 83.
— — *δ discolor* 82. 83.
— — *γ multiseta* 82, 83.
— — *α typica* 82.
— *lignicola* 83.
— *truncata* 83.
Pestalozina 81.
Phaenopyrum 125, 130, 131.
Phaeophyceen 180, 185. 186.
Phaeoschista 118.
Phanerogamen 134, 186.
Pharbitis 57.
— *hispida* 57.
— *purpurea* 57.
Phaseolus 146.
— *vulgaris* 71, 72, 74, 75, 143, 186.
Phormidium 95, 96, 97, 98.
— *Retzii* 93, 98.
— — var. *nigro-violacea* 93.
Phragmites communis 372, 374, 376.
Phtiracarus 388.
— *dasypus* 388.
Phycomyces nitens 102.
Phycomyceten 185.
Phyllanthus 4.
Phylloscirpus 356.
Phytolacca dioica 281, 282.
Picea excelsa 292, 389.
Pinaceae 292.
Pinguicula 304, 309.
Pinnularia viridis 246.

Pinus 292.
— *austriaca* 292.
— *cembra* 292.
— *montana* 292.
— *silvestris* 281, 292.
— *Strobus* 337, 338
Pionnothrix (27), (28), (29).
Pirola minor 370, 371.
— *uniflora* 376.
Pirus communis 293.
— *malus* 294.
Pisum 122, 302.
— *sativum* 85, 120.
Pithecolobium 281.
— *saman* 281.
Platylepis 355.
Pleurostachys 356.
Plumaria 355.
Plumbagella 186.
Pohlia nutans 369.
Polemoniaceae 212.
Polemonium coeruleum 342.
Poliophaerospora (29).
Polygonatum 89.
Polypodien 310.
Polysiphonia 178, 182, (23).
Polytrichum perigoniale 369.
— *vulgare* 375.
Populus 193.
— *alba* 194.
— *canadensis* 111, 193, 194.
— *canescens* 194.
— *italica* 293.
— *nigra* 51.
— *tremula* 193, 194, 293.
Potentilla anserina 323, 327.
— *fruticosa* 309.
— *Tormentilla* 375.
Protisten 187.
Prunus Cerasus 84, 85, 86.
— *Laurocerasus* 51, 84, 85, 87.
— *persica* 281.
— *Padus* 294.
Pseudocobresia 356.
Pseudotetraëdon 241, 242, 245.
Psilocarya 355.
Pteridophyten 185, 186, 310.
Pteroscleria 356.
Purpurbakterien 312—319.
Pycreus 355.

Quararibea 275.
Queria hispanica 278.

Ranunculaceae 212, 285.
Ranunculus Flammula 375.
— — var. *reptans* 375.
— *repens* 386.
Raphidophora comata 115.
Reedia 357.
Remirea 356.
Restio articulata 360.
Restionaceen 361.
Rhabdochromatium 317, 318.
— *fusiforme* 312.
— *Linsbaueri* 315, 316.
Rhabdoderma 240, 241.
— *adriaticum* 240.
Rhoeo 157, 160, 161, 162.
— *(Tradescantia) discolor* 157.
Rhodococcus 312.
Rhododendron arboreum 88.
Rhodomela 178.
Rhus 378, 379.
Rhynchospora 126. 356.
— *alba* 375.
— *fusca* 375.
Rhynchosporeae 357.
Rhynchosporinae 356.
Rhynchosporoideae 355. 356.
Richardsonia 310.
Ricinus 281.
— *communis* 281.
Robinia pseudacacia 294, 348.
Rochea Falcata 254.
Roesleria hypogaea 345.
Rosa 110.
— *canina* 294.
Rosaceae 293.
Rotbuche 51.
Ruellia japonica 42.
— *ochroleuca* 42.
— *picta* 41.
Rutaceae 212.

Saccharum 364.
Saccorhiza 184.
— *bulbosa* 187.
Salaxis 130.
Salicaceae 293.

Salicaceen 194.
Salix 51, 193.
— *aurita* 370, 371.
— *caprea* 293, 323, 327.
— *fragilis* 293.
— *pentanda* 371.
— *repens* 368, 370, 371, 375, 376.
— *rosmarinifolia* 293.
Salvia pratensis 59.
Sambucus australis 281, 282.
— *racemosa* 282.
Sanguisorba officinalis 386.
Sapindales 377, 378.
Sapindus 281.
— *saponaria* 281.
Satureja acinos 210.
Saubohnen 306.
Saxifraga 275, 310.
Saxifragaceae 212.
Schizolepis 356.
Schoeninae 355.
Schoenodendron 356.
— *Bücheri* 362.
Schoenoxiphium 356.
Schoenus 356.
— *apogon* 356, 359.
Scinaia 178, 182.
— *furcellata* 187.
Scirpinae 355.
Scirpodendron 359, 361.
— *costatum* 359.
— *Ghaeri* 359.
Scirpoideae-Hypolytreae 355.
Scirpoideae-Scirpinae 355.
Scirpus 353, 355, 363.
— *Caricis* 356.
Sclerantheen 279, 280.
Sleranthus 275, 276, 277, 279.
Scleria 125, 126, 356.
— *ustulata* 360.
Slerieae 125.
Sclerochaetium 356.
Sclerostroma (27). (29).
Scoliocentra scutellaris 150.
— *villosa* 150.
Scrophularia nodosa 210.
Scrophularineae 212.
Selaginellen 304, 308.
Sequoia 27, 258, 259, 260, 261, 263.
— *gigantea* 27.
Sequoia Langsdorfii sempervirens 26.
— *sempervirens* 26, 27, 29, 30, 258, 259, 260, 261, 263.
Silenoideen 275.
Silikoflagellaten 245.
Silybum Marianum 286.
Sinapis 103.
— *alba* 102, 107.
Solanaceae 286.
Sphacelaria (23).
Sphaeria 113, 114.
— *Penicillus* 115, 118, 119.
— *chaetophora* 117.
— *porphyrogona* 118.
— *spermoides* 118.
Sphaeriaceen 114.
Sphagnum 370, 372, 373, 384.
— *compactum* 372.
— *fimbriatum* 372.
— *inundatum* 374, 376.
— *papillosum* 372.
— *sqarrosum* 372, 375.
— *subbicolor* 374, 375.
Spathodea campanulata 230.
Spirogyra 186.
— *communis* 325.
Spitzahorn 51.
Stackhousia 378.
Statice 304.
Stenophyllus 355.
Sterculiaceae 282, 285.
Stigeoclonium (23)
Stilbacee 149.
Stilbella 149, 151.
— *Arndtii* 149, 150, 151.
— *Buquettii* 150.
— *formicarum* 150.
— *Kervillei* 149, 150, 151.
— *Pseudomortierella* 149.
— *ramosa* 150.
Strobilanthes glomeratus 42.
— *isophyllus* 42, 44, 45.
Springa 85, 86, 382.
— *vulgaris* 84, 320, 322, 327.

Taraxacum officinale 164.
Taxodioxylon sequoianum 27, 29, 263.
— *taxodii* 27, 29, 30, 263.
Taxodium 26, 28, 29, 259, 263.
— *distichum* 26—30, 258, 259, 261, 263.

Taxodium mexicanum 28—30, 250, 260, 261, 262, 263
Taxus 85, 385.
Tetraria 356, 357.
Tetrariopsis 356, 357.
Thallophyten 178.
Thaxteria 118.
Thiorhodaceae 312.
Thoracostachys 359.
— *pandanophylla* 360.
— *pandanophyllum* 360.
Thoracostachyum hypolytroides 360.
Thuja 79, 80, 81.
— *occidentalis* 79, 81, 83.
Thurya 280.
Tilia 152, 153.
— *europaea* 51.
— *parvifolia* 294.
— *rubra* 294.
Tiliaceae 212, 294.
Tolmiaea Menziesii 341.
Torulinium 355.
Tradescantia 160.
— *discolor* 157, 190.
— *elongata* 157, 160, 162, 163.
— *virginica* 61.
Trianoptiles 356.
Tribonema 236, 237, 241, 242, 243, 246.
Trichophorum 355.
Tricostularia 356, 357.
Trifolium hybridum 285.
— *pratense* 285.
Triodia decumbens 375.
Tropaeolum 22, 25, 341, 342.
— *majus* 20, 339, 340.

Ulea Euphorbiae 357.
Umbelliferae 212, 285.
Uncinia 356.
Urospadix 208, 211.
Urtica 382.
— *dioica* 381, 382.
Urtica urens 341.
Utricularia 304, 309.
— *vulgaris* 168.

Vaccinium myrtillus 113.
— *oxycoccos* 370, 371, 372, 375, 376.
— *uliginosum* 370, 371, 375.
— *vitis idaea* 112, 113, 368.
Valeriana dioica 386.
Valerianaceae 212.
Valsa 79
Verbenaceae 212.
Veronica beccabunga 164.
— *scutellata* 375.
Vibrissea 345, 346.
— *flavipes* 345.
— *Guernisaci* 345, 346, 347.
— *Leptospora* 347.
— *margarita* 347.
— *microscopica* 347.
— *pezizoides* 345.
— *truncorum* 345, 347,
— *turbinata* 346, 347.
Vicia 143. 146, 148.
— *faba* 71—78, 143—147, 188, 348.
Victoria regia 250, 251.
Viola hortensis 59.
Viscum 291, 293, (20).
— *album* 64, 156, 291, 293.
— *cruciatum* 295.
Vitex gigantea 281.

Wahlenbergia grandiflora 286.
Walnuß 155.
Weingaertneria canescens 368, 369.
Weißtanne 123.

Xanthium 141, 142.

Zea 306.
Zwiebeln 306.
Zygnema stellinum 325.

Änderungen im Mitgliederverzeichnis[1].

(Abgeschlossen am 20. Juni 1922.)

1. Neue Mitglieder.

Ehrenmitglieder.

Schweinfurth, Dr. **Georg**, Professor, in **Berlin-Schöneberg**, Kaiser-Friedrich-Straße 8.

Korrespondierende Mitglieder.

Bose, Sir **Jagadis Chunda**, Professor an der Universität, Direktor des Bose-Research-Institutes in **Calcutta.**

Mitglieder.

Baecker, Richard, Oberbaurat, Ingenieur in **Wien VI**, Stummergasse 9.

Bauch, Dr. **Robert** in **Weihenstephan** b. Freising, Gärungsphysiologisches Institut der Landw. Hochschule.

Becker, Dr. **Ernst**, Leiter der botanischen Abteilung der Landesversuchsstation in **Bernburg** (Anhalt), Steinstr. 3.

Béguinot, Dr. **Augusto**, Professor in **Padua**, Bot. Inst. und Garten d. Universität.

Blakeslee, Dr. **Albert F.**, Station for experimental Evolution in Cold Spring Harbor in **Long Island N. Y.**

Boshart, Dr. **Karl**, Assessor an der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, in **München**, Kaulbachstr. 63a/II.

Cholodnyi, Dr. **N.**, Professor, Vorstand d. Botan. Laboratoriums d. Universität in **Kiew** (Ukraine).

Christiansen, **Marie** in **Hamburg 36**, Institut für allgemeine Botanik.

Christoph, Dr. **Hermann**, Assistent der wissenschaftlichen Station für Brauerei in **München**, Ohlmüllerstraße.

Collander, Dr. **Runar** in **Helsingfors**, Botan. Institut der Universität, Auroragatan 13.

---

[1] Laut Vorstandsbeschluß fällt aus Sparsamkeitsrücksichten in diesem Jahre eine neue Mitgliederliste fort. Nur Veränderungen sollen diesmal mitgeteilt werden.

Crüger, Dr. **Otto**, Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz in **Landsberg a. W.**, Theaterstr. 8.

Cullmann, Herm., Studienassessor in **Idar** a. Nahe.

Czaja, Dr. **Alphons Theodor**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Jena.**

Dahlgreen, Dr. **O. K. V.**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Upsala** (Schweden).

Demeter, Dr. **Karl**, Assistent am Botanischen Institut, in **München,** Menzinger Str. 13.

Dostál, Dr. **Rudolf**, a. o. Professor d. Botanik a. d. Tierärztlichen Hochschule und Privatdozent an der Masaryks-Universität in **Brünn** (Mähren).

Dultz, A., Buchhändler und Antiquar in **München**, Landwehrstr. 6.

Emoto, Dr. **Yoshikadzu** in **Tokio**, Uyeno-Shitaya, 7 Hanazonocho (Japan).

Esenbeck, Dr. **Ernst**, Konservator am Pflanzenphysiolog. Institut in **München**, Menzinger Str. 13.

Fehér, Dr. **Daniel**, 1. Adjunkt im Botan. Institut der K. Ungarischen Hochschule für Bergbau- und Forstingenieurwesen in **Sopron** (Oedenburg), Ungarn.

Fischer, Robert in **Wien VI**, Gumpendorfer Str. 46.

Fraude, Dr. **Hermann**, Studienrat in **Greifswald.**

Gams, Dr. **Helmut** in **Wasserburg** am Bodensee, Biolog. Station Mooslachen.

Gauba, Erwin, Forstingenieur in **Wien II**, Nordwestbahnstr. 15.

Goetze, Dr. **Helene**, Höhere Töchterschule in **Dresden-A.**

Gradmann, Dr. **Hans** in **Erlangen**, Theaterplatz 29.

Herzfelder, Dr. **Helene** in **München**, Franz-Josef-Str. 38, III.

Höppener, Edgar, Direktor a. D. in **Jena.**

Hosseus, Dr. **Carl Curt**, Professor d. Botanik an der Nationalen Universität, Dir. d. Botan.-Zool. Museums, Vorstandsmitglied der nationalen Akademie der Wissenschaften in **Córdoba** (Argentin. Republik), Casilla Correo 74.

Huber, Dr. **Bruno**, Assistent an der Lehrkanzel für Botanik an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien.**

Hurter, Ernst, Fachlehrer, Assistent d. Hydrologischen Laboratoriums in **Kastanienbaum** (Luzern).

Juridšić, Dr. **Peter,** Beamter der K. Universitätsbibliothek in **Agram** (Zagreb), Jugoslavien.

Kellner, Dr. **Karl,** Studienreferendar in **Meppen.**
Kjeltberg, G., Lehramtsadjunkt in **Lidköping** (Schweden).
Kordes, Herbert, cand. rer. nat. in **Würzburg,** Botan. Institut der Universität.
Korinek, Dr. **Jan,** Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Karls-Universität in **Prag VI,** Benátecká 433.
Kostytschew, Dr. **S.,** o. Professor und Vorstand des Pflanzenphysiologischen Laboratoriums d. Universität in **St. Petersburg.**
Krause, Fritz, Gymnasiallehrer in **Greifswald.**
Kutin, Adolf, Professor an der Landwirtsch. Landesmittelschule in **Tábor** (Böhmen).

Lamprecht, Dr. **K.,** Studienrat an der Viktoria-Luisen-Schule in **Berlin-Wilmersdorf.**
Lamprecht, Dr. **W.** in **Berlin-Friedenau,** Goßlerstr. 17.
Lange, Dr. **Siegfried,** Assistent am Botan. Institut d. Universität in **Greifswald,** Knopfstr. 14, I.
Limpricht, Dr. **W.,** Oberlehrer in **Berlin-Charlottenburg,** Goethestraße 66, III.
Lindinger, Dr. **L.,** Wissenschaftl. Mitglied d. Institnts für angewandte Botanik, in **Hamburg 14,** Veismannskai.

Markgraf, Dr. F., Assistent am Bot. Museum in **Berlin-Dahlem.**
Merkenschlager, Dr. **F.,** Assistent am Botan. Laboratorium der Landw. Hochschule in **Weihenstephan** bei Freising.
Metzner, Dr. **Paul,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Leipzig,** Linnéstr. 1.
Möller, Dr. **Hans Peter,** in **Kiel,** Geibelallee 15.
Müller, Dr. **K. O.,** Assistent an der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem.**

Noack, Dr. **Martin,** in **Berlin-Südende,** Steglitzer Straße 38.

Oldenburg, Ernst, Apotheker in **Greifswald.**
Oppenheimer, Heinz in **Wien I,** Regierungsgasse 1.

Pabisch, H., Professor, Dozent für technische Botanik in **Wien.**
Pevalek, Dr. **Ivo,** Adjunkt d. Botan. Instituts in **Agram** (Zagreb), Jugoslavien.

Pieschel, Erich, cand. rer. nat. in **Würzburg,** Botan. Institut der Universität.

Piskernik, Dr. **Angela,** Assistentin des Landesmuseums in **Laibach** (Jugoslavien).

Poellnitz, Dr. **Karl von,** in **Oberloedla,** Post Rositz, S.-Altenburg.

Pohl, Dr. **Franz,** Assistent am Botan. Institut der Deutschen Universität in **Prag.**

Pohl, Dr. **Fritz,** Studienreferendar in **Frankfurt a. O.,** Crossenerstr. 9.

Prát, Dr. **Sylvester,** Assistent am Pflanzenphysiol. Institut d. Karls-Universität in **Prag VI,** Benátecká 433.

Prianischnikoff, Professor in **Moskau,** z. Zt, **Berlin-Dahlem,** Arnimallee 12, bei Prof. Auhagen.

Raum, Dr., Regierungsrat, Saatzuchtanstalt in **Weihenstephan** b. Freising.

Regel, Dr. **Konstantin,** Privatdozent an der Universität in **Dorpat** (Esthland), Wilnastr. 2.

Rehnelt, Friedrich, Inspektor des Botan. Gartens in **Gießen.**

Röber, Friedrich, Studienreferendar in **Dresden-A.,** Pfotenhauerstr. 35.

Rossner, Ferd., cand. rer. nat. in **Greifswald.**

Schaede, Dr. **Reinhold,** Privatdozent der Botanik und Assistent am Pflanzenphysiol. Institut in **Breslau.**

Scharnitzl, Dr. **Eduard,** Magister der Pharmazie in **Prag-Smichow.**

Schelle, Ernst, Garteninspektor in **Tübingen,** Bot. Garten.

Schmidt, Dr. **Alexander,** in **Stollberg** i. Erzgeb., Lehrerseminar.

Schnarf, Dr. **Karl,** Gymnasialprofessor in **Wien III,** Rennweg 14, Bot. Institut.

Schnegg, Dr. **H.,** o. Professor der Gärungsphysiologie an der Landw. Hochschule in **Weihenstephan** b. Freising.

Schwarz, Max, Studienassessor an der Oberrealschule in **Lübeck,** Travelmannstr. 12, I.

Seidel, Kurt, cand. phil. in **Berlin O/7,**

Seifert, Dr. **Fritz,** Leiter der Flußüberwachungsstelle in **Vacha** a. d. Werra.

Shimbo, Dr. **J.,** Professor d. Botanik an der höheren Schule in **Niigata** (Japan).

Stjepan, Dr. **Gjurasin,** Universitätsprofessor in **Agram** (Zagreb), Pantoviak 80.

Suzuki, Dr. **Eiryo,** Professor der Pflanzenphysiologie am K. Institut für Seidenbau in **Nishigahara,** Tokio (Japan).

Tsujimura, Dr. **J. A.,** in **Hakone-Yumoto** (Japan).

Ulbrich, Dr. **Eberhard**, Kustos am Botanischen Museum d. Universität Berlin, Mitarbeiter und Dozent der Staatlichen Hauptstelle f. d. naturwissensch. Unterricht, in **Berlin-Steglitz**, Schützenstr. 41.

Ulehla, Dr. **Vladimir**, Professor in **Brünn** (Mähren), Gomperzova. Pflanzenphysiol. Institut der Masaryks-Universität, Tschechoslovakei.

Vogt, Dr. **Ernst**, Assistent a. d. Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**, Lentzeallee 18.

Walter, Dr. **Heinrich**, Assistent am Botanisch. Institut d. Universität, in **Heidelberg**.

Weber, Dr. **Ulrich**, Assistent am Botan. Institut d. Universität in **Jena**.

Welzien, **R.**, Studienassessor in **Berlin** NW 27, Turmstr. 27.

Widder, Dr. **Felix**, Assistent am Institut für systemat. Botanik a. d. Universität in **Graz**, Holteigasse.

Wittum, **Albert**, Apotheker in **Pforzheim**.

Zattler, **Fritz**, cand. rer. nat. in **Würzburg**, Botan. Institut d. Universität.

2. Änderungen der Anschrift.

Beck, Dr. **Günther**, emerit. Professor usw.

Bergsten, **Carl**, . . **Leipzig-Schleussig**, Oeserstr. 23.

Bitter, Dr. **Georg**, Prof. usw., **Bremen**, Metzer Str. 53.

Boresch, Dr. **Karl**, a. o. Professor für Agrikulturchemie a. d. Landw. Abt. d. Deutschen Technischen Hochschule in **Tetschen-Liebwerd**, Privatdozent a. d. Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Brenner, Dr. **W.**, Dozent an der Universität in **Helsingfors**, Botan. Institut.

Bubák, Dr. **Franz**, o. Professor a. d. tschechischen Technischen Hochschule für landw. u. forstwirtsch. Ingenieure in Prag, Vršovice 28 (Wohnung in **Tabór**) Tschechoslovakei.

Burgeff, Dr. **Hans**, a. o. Prof. für Botanik u. Pharmakognosie a. d. Univers. in **München-Nymphenburg**, Botan. Institut, Menzingerstraße 13.

Cammerloher, Dr. **H.**, in **Buitenzorg** (Java), Treub-Laboratorium.

Christensen, **Carl**, Museumsinspektor am Botan. Museum in **Kopenhagen**, Skaanesgade 6.

Claußen, Dr. **Peter**, Professor a. d. Univ. u. Direktor d. Botan. Gartens in **Marburg a. L.**, Botan. Institut, Deutschhausstr. 1.

v. **Degen**, Dr. **Arpád**, Hofrat, Oberdirektor der Samenkontrollstation, Privatdozent an der Universität, in **Budapest II**, Kis-Rókus-utcza 15. (Wohnung: VI Városligeti fasor 20b.)

Deleano, Dr. **Nicolas C.**, Professor in **Bukarest** (Rumänien), Laboratorium d. Anatomie und Physiologie d. Pflanzen d. Botan. Instituts.

Dengler, Dr., Forstmeister in **Chorin** i. Mark.

Diels, Dr. **L.**, Prof. d. Botan. a. d. Universität Berlin, Direktor d. Botan. Gartens und Museums in **Berlin-Dahlem**.

Dunzinger, Dr. **Gustav**, Professor, Konservator am Botan. Institut d. Techn. Hochschule, in **München**, Neureutherstr. 25, IV.

Engler, Dr. **A.**, usw., früher Direktor des Botanischen Gartens und Museums usw.

Esmarch, Dr. **Ferdinand**, Abteilungsvorstand an der Landwirtschaftl. Versuchsanstalt in **Dresden**, Stübelallee 2.

Fischer, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik a. d. Univers. und Direktor des Botan. Gartens in **Bern**, Kirchenfeldstr. 14.

Fischer, Dr. **Hermann**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **München**, Herzogstr. 58, III.

Fritsch, Dr. **F. E.**, Professor der Botanik in **West View**, North Holmwood, Surrey, England.

Fritsch, Dr. **Karl**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Gartens und des Instituts für systematische Botanik an der Universität in **Graz**, Holteigasse 6.

Funk, Dr. **Georg**, Privatdozent d. Botanik in **Gießen**, Bleichstr. 4, I.

Gicklhorn, **Josef**, Präparator am botan.-physiologischen Institut der Universität in **Agram** (Zagreb), Jugoslavien.

Gjurašin, Dr. **Stjepan**, a. o. Professor a. d. Tierärztlichen Hochschule und Honorardozent für systemat. Botanik a. d. Universität in **Agram** (Zagreb), Pantoviac 80 (Jugoslavien).

Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von**, Prof. d. Botanik an der Universität Berlin in **Berlin-Dahlem**, Pflanzenphysiol. Institut der Universität, Königin-Luise-Straße 1—3.

Györffy, Dr. **J.**, o. ö. Professor der Botanik und Direktor des Botan. Institutes der Universität in **Szeged**, Iskola utcza 29 (Ungarn).

Harder, Dr. **Richard**, a. o. Professor a. d. Universität in **Würzburg**, Bot. Institut.

Hecke, Dr. **Ludwig**, Professor der Phytopathologie an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Feistmantelstr. 4.

Heilbronn, Dr. **Alfred**, a. o. Professor a. d. Universität, Assistent am Botan. Institut und Leiter der Pilzprüfungsstelle der Provinz Westfalen, in **Münster i. W.**, Steinfurterstr. 39, II.

Hirmer, Dr. **Max**, Privatdozent für Botanik a. d. Universität, Assistent am Botan. Laboratorium der Universität, in **München-Nymphenburg**, Maria-Wardstr. 14.

Holtermann, Dr. **Carl**, Professor, Privatdozent der Botanik, in **Berlin-Charlottenburg**, Königin-Elisabeth-Str. 42.

Jahn, Dr. **Eduard**, Professor d. Botanik und Leiter d. Bot. Gartens u. Instituts d. Forstl. Hochschule, in **Hann.-Münden**, Hindenburgplatz 7.

Kießling, Dr. **L.**, Professor f. Landwirtschaft a. d. Techn. Hochschule, in **München**, Zieblandstr. 10.

Killian, Dr. **Karl**, Chargé des conférences am Botanischen Institut der Universität, in **Straßburg i. E.**, Rue de la Forêt Noire 15, III.

Klein, Dr. **Gustav**, 1. Assistent am Pflanzenphysiol. Institut d. Universität, in **Wien I**, Universität.

Krumbach, Dr. **Thilo**, Professor, in **Berlin** NW 7, Institut für Meereskunde, Georgenstr. 34—36.

Kulke, **Joachim**, Studienreferendar in **Hirschberg** (Schlesien), Wilhelmstraße 66, II.

Kupka, Dr. **Theodor**, Assistent a. d. Lehrkanzel für Botanik u. Phytopathologie d. Landw.-Abt. der Prager Deutschen Techn. Hochschule, in **Tetschen-Liebwerd**, Tschechoslovakei.

Leisering, Dr. **Bruno**, Professor, Studienrat, in **Berlin NO 43**, Am Friedrichshain 15.

Lieske, Dr. **Rudolf** usw., z. Zt. **Köln-Deutz**, Reischplatz 20.

Losch, Dr. **Hermann**, Botaniker an der Landw. Versuchsstation in **Limburgerhof**, Post Mutterstadt II, Rheinpfalz, Schützenstr. 9.

Mágocsy-Dietz, Dr. **Sándor** usw. in **Budapest VIII**, Illés utcza 25.

Meyer, Dr. **Adolf**, Bibliothekar an der Staats- und Universitätsbibliothek, in **Hamburg**, Speersort.

Meyer, Dr. **Arthur**, Geh. Reg.-Rat usw., früher Direktor des Bot. Gartens in **Marburg a. d. L.**, Botanisches Institut.

Mildbraed, Dr. **K.**, Professor, Kustos am Bot. Museum in **Berlin-Dahlem.**

Müller, Dr. **Fritz** usw. in **Leipzig-Reudnitz**, Johannisallee 16, III.

Müller, Dr. **Karl**, Direktor d. Staatl. Versuchs- u. Forschungsanstalt für Weinbau und Weinbehandlung in **Freiburg i. B.**

Müller, Dr. **Wilhelm**, Assistent am Forschungsinstitut für Bastfasern in **Sorau N.-L.**, Gelände der Irrenanstalt 63.
Münch, Dr. **E.**, Oberforstmeister, Professor d. Botanik und Vorstand d. Botan. Institutes der Forstlichen Hochschule, in **Tharandt** (Sachsen).
Muth, Dr. **F.**, Professor, Direktor der Höheren staatl. Lehranstalt für Wein-, Obst- u. Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**, Beinstr. 15.

Němec, Dr. **Bohumil**, Professor usw. in **Prag V**, Benátecká ul. 433.
Nestler, Dr. **A.**, usw. in **Prag II**, Tresslgasse (Tresslova) 2028.
Neumann, Dr. **M. P.**, Wissenschaftl. Direktor der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin N 65**, Seestraße 4a.
Niemann, **Gustav**, Lyzeallehrer in **Magdeburg-N.**, Augustastraße 18.
Nienburg, Dr. **Wilhelm**, Kustos für Botanik an der Staatl. Biolog. Anstalt auf **Helgoland**.
Nilsson-Ehle, Dr. **H.**, Professor d. Botanik an der Universität Lund, in **Åkarp** (Schweden).
Noack, Dr. **Kurt**, Prof. der Botanik an der Universität, in **Erlangen**, Botan. Institut.

Paeckelmann, **Wolfgang**, Oberstudiendirektor des Gymnasiums in **Barmen**, Bleicherstr. 5/7.
Paul, Dr. **Hermann**, Regierungsrat usw., in **München**, Hedwigstr. 3.
Pilger, Dr. **R.**, Professor, 2. Direktor d. Botan. Gartens und Museums, Privatdozent an der Universität und Dozent für Botanik an der Techn. Hochschule zu Charlottenburg, in **Berlin-Dahlem**, Altensteinstr. 2.
Plaut, Dr. **Menko** in **Hamersleben**, Kr. Oschersleben.
Pringsheim, Dr. **Ernst**, Professor für Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Vorstand d. Pflanzenphysiol. Institutes d. deutschen Universität, in **Prag II**, Weinberggasse (Vinična) 3a.

Rabanus, Dr. **Adolf**, in **Freiburg i. B.**, Badisches Weinbauinstitut.
Rasmuson, Dr. **Hans**, Vorstand der Zuckerrübenveredlungsanstalt der Schwedischen Zuckerfabriken A. G. in **Hilleshög** bei Landskrona (Schweden).
Reinke, Dr. **Joh.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik a. d. Universität Kiel, in **Preetz** (Holstein), Klosterhof 20.
Rimbach, Dr. **A.**, in **Riobamba**, Ecuador.
Rippel, Dr. **August**, usw. in **Breslau XVI**, Hansastr. 25.

Saida, Dr. **Kotaro**, Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Hongŏku Jumicho Nichome 24.

Saupe, Dr. **A.**, Oberstudienrat, Prof. in **Dresden**, Kyffhäuserstr. 17.

Schander, Dr. **R.**, Professor, Staatl. Landw. Versuchs- u. Forschungsanstalten in **Landsberg a. W.**, Theaterstr. 8.

Schilling, Dr. **Ernst**, Vorstand d. Botan. Abteilung am Forschungsinstitut für Bastfasern in **Sorau** N.-L.

Schmid, Dr. **Günther**, Privatdozent d Botanik, 1. Assistent am Bot. Institut d. Universität in **Halle a. S.**, Am Kirchtor 1.

Schroeder, Dr. **Dominicus**, Moorversuchsstation in **Bremen**, Elbstr. 47.

Schwemmle, Julius, Studienassessor in **Mengen**, O.-A. Saulgau, Wrttbg.

Sierp, Dr. **Hermann**, Prof. a. d. Universität, in **Halle a. S.**, Bot. Institut.

Simon, Dr. **Heinrich Joseph**, Professor, usw. in **Dresden**, Wintergartenstraße 19.

Singer, Dr. **Max**, usw. in **Prag**, Jungmannova 51.

Staehelin, Dr. **Markus**, Assistent an der Station fédérale d'essais viticole in **Lausanne** (Schweiz).

Staiger, Dr., Nahrungsmittelchemiker und Apotheker in **Berlin-Niederschönhausen.**

Stark, Dr. **Peter**, Professor, in **Freiburg i. B.**, Bot. Institut.

Tiesenhausen, Dr. **Manfred**, şef de lucrari am Institut für allgemeine Botanik der Universität in **Cluj** (Rumänien).

Ubisch, Dr. **Gerta von**, in **Heidelberg**, Bot. Institut der Universität.

Vierhapper, Dr. **Friedrich**, a. o. Professor d. system. Botanik an der Universität usw. in **Wien III/4**, Fasangasse 38.

Wächter, Dr. **Wilhelm**, usw. in **München**, Augustenstr. 64, I.

Weese, Dr. **Josef**, Professor d. Botanik. technisch. Mikroskopie und organischen Rohstofflehre und Vorstand des botanischen und technisch-mikroskopischen Laboratoriums an der Technischen Hochschule, in **Wien VII/2**, Neustiftgasse 36a/13.

Weiße, Dr. **Arthur**, Professor, Studienrat a. D. in **Berlin-Steglitz**, Sachsenwaldstr. 30, II.

Wortmann, Dr. **J.**, Geh. Reg.-Rat, Professor, Vorstand der Hefe-Reinzuchtstation a. d. Höheren Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**, Beinstr. 15.

Zimmermann, Dr. **Albrecht**, Geh. Regierungsrat, Professor, in **Wolfenbüttel**, Stadtmarkt 15.

Zimmermann, Dr. **Walter**, Assistent am Botan. Institut in **Freiburg i. B.**, Schanzenweg 3.

3. Ausgetreten:

Furlani, Dr. **Hans**, Professor, in **Wien.**
Hausrath, Dr. **Hans**, Geh. Hofrat, Professor, in **Karlsruhe.**
Nahmmacher, Dr. **O.**, Studienrat in **Berlin.**
Philipps, **W. Reginald**, M. A., D. Sc., Professor in **Bangor.**
Schultz, **Richard**, Studienrat in **Sommerfeld.**
Schweinfurth, Dr. **Georg**, Professor in **Berlin-Schöneberg** (z. Ehrenmitglied ernannt).

Verstorben.

Büsgen, Dr. **M.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Hann.-Münden.**
Conwentz, Dr. **H.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Leiter der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen, in **Berlin.** Verstarb am 12. Mai 1922.
Czapek, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Instituts und Gartens in **Leipzig.** Verstarb am 31. Juli 1921.
Fischer von Waldheim, Dr. **Alexander**, Kais. russischer Geheimer Rat, Exc., Professor in **St. Petersburg.**
Jaap, **O.**, Privatgelehrter in **Triglitz.** Verstarb im Mai 1922.
Mücke, Dr. **Manfred**, in **Bernburg** (Anhalt). Verstarb am 31. Juli 1921.
Palladin, Dr. **Wl. J.**, Professor an der Universität in **St. Petersburg.** Verstarb im Februar 1922.
Schütt, Dr. **Franz**, Prof. d. Botanik und Direktor d. Bot. Gartens in **Greifswald.** Verstarb am 9. August 1921.
Schulz, Dr. **A.**, Professor in **Halle a S.** Verstarb am 7. Febr. 1922.

Register zu Band XXXIX.

I. Geschäftliche Mitteilungen.

Seite

- Sitzung vom 28. Januar 1921 1
    - Mitteilung des Vorsitzenden über „Spenderhefte“ 2
- Sitzung vom 25. Februar 1921 63
    - Mitteilung des Vorsitzenden über die CARL-HEINZ-THOST-Stiftung 63
- Sitzung vom 24. März 1921 99
    - Glückwunschschreiben zum 80. Geburtstage Dr. h. c L. GEISENHEYNERs 99
    - Glückwunschschreiben zum 70. Geburtstage Prof. Dr. M. W. BEIJERINCKs 99
- Sitzung vom 29. April 1921 135
    - Mitteilung des Vorsitzenden über die Danksagung Prof. BEIJERINCKs 135
- Sitzung vom 27. Mai 1921. 174
    - Einladung zur Generalversammlung in München.
    - Anträge an die Generalversammlung 173
- Sitzung vom 24. Juni 1921 207
    - Demonstration farbiger Pflanzenaufnahmen aus China durch Herrn CAMILLO SCHNEIDER 207
- Sitzung vom 29. Juli 1921 235
- Sitzung vom 28. Oktober 1921 271
    - Bericht des Vorsitzenden über die Generalversammlung; Glückwunschtelegramm zum 70. Geburtstage Prof. Dr. V. KIRCHNERs; Glückwunschschreiben zum 80. Geburtstage Prof. Dr. E. WARMINGs 271
    - Wahl des Berliner Vorstandes; Herr F. v. WETTSTEIN demonstriert Kreuzungen zweier Rassen von *Funaria hygrometrica*; Herr A. BLOCHWITZ demonstriert den Phototropismus bei Schimmelpilzen 274
- Sitzung vom 25. November 1921. 311
- Sitzung vom 30. Dezember 1921. 351
    - Der Vorsitzende verliest das Dankschreiben Prof. WARMINGs . 351
    - Mitteilung der Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und der Ausschußmitglieder für 1922 352
- Bericht über die Generalversammlung in München. (Vorträge: REINKE: Über bot. Gesetze; KNIEP: Über Geschlechtsbestimmung und Reduktionsteilung bei Basidiomyzeten; KURT NOACK: Über gegenseitige Umwandlung von Anthocyanen und Flavonolen; WOLLENWEBER: Zur Systematisierung der Strahlenpilze; HEINRICHER: Über das Absorptionssystem von *Arceuthobium oxycedri*; DINGLER: Über blattbiologische Beobachtungen; SIERP:

Seite
Versuche über Transpiration; SCHROEDER: Unters. über den Kohlenhydratstoffwechsel assimilierender Zellen; GLÜCK: Über die Vielgestaltigkeit der weißen Seerose) . . . . (1)
Rechnungsablage für 1920 und Voranschlag für 1921 . . . . (12)

Nachrufe . . . . (31)
Verzeichnis der Pflanzennamen . . . . (128)
Änderungen in der Mitgliederliste . . . . (140)

2. Nachrufe.

Friedrich Czapek von KARL BORESCH . . . . (97)
Odoardo Beccari von G. LOPRIORE (mit Bildnistafel) . . . . (56)
Karl Mikosch von OSWALD RICHTER (mit Bildnis) . . . . (31)
Moritz Büsgen von WILHELM BENECKE . . . . (87)
August Schulz von H. HARMS . . . . (115)

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Blum, G.: s. Ursprung 70
—, —: s. Ursprung 139
Boresch, Karl: Phykoerythrin in Cyanophyceen. (Mit 4 Abb. im Text.) 93
Brunswik, Hermann: Über Hesperidinsphärite im lebenden Hautgewebe von *Anthurium Binotii* Linden 208
Cammerloher, Hermann: Blütenbiologische Beobachtungen an *Loranthus europaeus* Jacq. (Mit 3 Abb. im Text.) 64
Collander, Runar: Der Reizanlaß bei den thermotropischen Reaktionen der Wurzeln 120
Conwentz, H.: Über zwei subfossile Eibenhorste bei Christiansholm, Kreis Rendsburg 384
Crüger, Otto: Untersuchungen über Mesekret und Autoplastensekret. (Vorläufige Mitteilung.) 175
Gicklhorn, Jos.: Zur Morphologie und Mikrochemie einer neuen Gruppe der Purpurbakterien. (Mit 2 Abb. im Text.) 312
Gleisberg, W.: Zur Revision der Gattung *Pestalozzia* De Not. (Mit 1 Abb. im Text.) 79
Graf, J.: Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Populus*. (Vorl. Mitteilung.) 193
Guttenberg, Hermann v.: Untersuchungen über den Phototropismus der Pflanzen. III. Gibt es ein Sinusgesetz des Phototropismus? (Vorläufige Mitteilung.) 101
Györffy, J.: Keimlinge der Weißtanne mit Doppelblättern. (Mit 1 Abb. im Text.) (Vorläufige Mitteilung.) 128
Heinricher, E.: Das Absorptionssystem von *Arceuthobium oxycedri* (D. C.) M. Bieb. (Vorläufige Mitteilung.) . . . . (20)

Seite

Höfler, K. und Stiegler, A.: Ein auffälliger Permeabilitätsversuch in Harnstofflösung 157

Jungmann, W.: Physiologisch-anatomische Untersuchungen über die Einwirkung von Blausäure auf Pflanzen 84

—, —: Beobachtungen über die Entfaltung und die Bewegung der Lippe von *Masdevallia muscosa* Rchb. f. (Mit 2 Abb. im Text.) 296

Killermann, S.: Neuer Fund einer *Vibrissea* in Deutschland. (Mit 1 Abb. im Text.) 345

Kolkwitz, R.: Über den durch Hefegärung entstehenden Druck. (Mit 1 Abb. im Text.) 219

Kostytschew, S.: Studien über Photosynthese. I. Das Verhältnis $CO_2 : O_2$ bei der Kohlensäureassimilation 319

—, —: Studien über Photosynthese. II. Wirkt Wundreiz stimulierend auf die Kohlensäureassimilation am Lichte? 328

Kostytschew, S.: Studien über Photosynthese. III. Findet eine Kohlensäureassimilation während der Sommernächte in der subarktischen Region statt? 334

Kräusel, R.: Ist *Taxodium distichum* oder *Sequoia sempervirens* Charakterbaum der deutschen Braunkohle? (Mit 3 Abb. im Text.) 258

Kubart, B.: Ist *Taxodium distichum* oder *Sequoia sempervirens* Charakterbaum der deutschen Braunkohle? (Mit 2 Abb. im Text.) 26

Kupper, Walter, s. **Renner** 201

Lieske, Rudolf: Pfropfversuche IV. Untersuchungen über die Reizleitung der Mimosen 348

Lingelsheim, Alexander: *Stilbella Arndtii*, ein neuer entomogener Höhlenorganismus aus Schlesien 149

Linsbauer, K.: Über die kalkfreien Cystolithen der Acanthaceen. (Mit 9 Abb. im Text.) 41

Lundegårdh, H.: Die Beziehungen zwischen der Lichtwachstumsreaktion und dem Phototropismus. (Mit 4 Abb. im Text.) 195

—, —: Zur Theorie der phototropischen Perzeption. (Mit 2 Abb. im Text.) 223

Mattfeld, Johannes: Zur Kenntnis der Phylogenie unterständiger Fruchtknoten bei den Caryophyllaceen. (Mit 1 Abb. im Text.) 275

Molisch, Hans: Über eine auffallende Farbenänderung einer Blüte durch Wassertropfen und Kohlensäure 58

—, —: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 16. Zur Silberreduktion der Chlorophyllkörner 136

—, —: Über den Einfluß der Transpiration auf das Verschwinden der Stärke in den Blättern. (Mit 1 Abb. im Text.) 339

Nestler, A.: Einige Beobachtungen an der Paprikafrucht 230

Oehlkers, Friedrich: Zur reizphysiologischen Analyse der postfloralen Krümmungen des Blütenstiels von *Tropaeolum majus*. (Zweite Mitteilung.) (Mit 6 Abb. im Text.) 20

Pascher, A.: Über die Übereinstimmungen zwischen den Diatomeen, Heterokonten und Chrysomonaden. (Mit 6 Abb. im Text.) 236

Pfeiffer, H.: Beiträge zur Morphologie und Systematik der Gattungen *Lagenocarpus* und *Cryptangium* L. 125

—, —: Der heutige Stand unserer Kenntnisse von den Kegelzellen der Cyperaceen 353

Seite

Reinke, J.: Über botanische Gesetze . . . . (14)

Renner, Otto und Kupper, Walter: Artkreuzungen in der Gattung *Epilobium* 201

—, —: Das Rotnervenmerkmal der Önotheren 264

Rimbach, A.: Über Wurzelverkürzung bei dikotylen Holzgewächsen. (Mit 1 Abb. im Text.) 281

—, —: Über die Verkürzung des Hypokotyls. (Mit 1 Abb. im Text.) . 285

—, —: Über die Wachstumsweise der Wurzel von *Incarvillea Delavayi*. (Mit 1 Abb. im Text.) 288

Schilling, Ernst: Über die lokalen Anschwellungen der Bastfasern. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit 1 Abb. im Text.) 379

Schroeder, H.: Untersuchungen an Geophilen. I. Über *Paris quadrifolius* L. (1. vorläufige Mitteilung.) 88

Schüepp, Otto: Zur Theorie der Blattstellung. (Mit 2 Abb. im Text.) . 249

Schürhoff, P. N.: Die Entwicklungsgeschichte von *Ilex aquifolium* . . . 377

Seeliger, Rud.: Ein Spiegelauxanometer für Keimwurzeln. (I. Mitteilung.) (Mit 4 Abb. im Text.) 31

—, —: Ein Spiegelauxanometer für Keimwurzeln. (II. Mitteilung.) (Mit 2 Abb. im Text.) 36

Simon, S. V.: Über den Einfluß des Lichts auf die Entwicklung der Keimlinge von *Bruguiera eriopetala* 165

Stern, Kurt: Über polare elektronastische Erscheinungen. (1. Mitteilung.) (Mit 4 Abb. im Text.) 3

—, —: Über polare elektronastische Erscheinungen. (2. Mitteilung.) . 11

Stiegler, A., s. Höfler 157

Svedelius, N.: Einige Bemerkungen über Generationswechsel und Reduktionsteilung. (Vorläufige Mitteilung.) 178

Tobler, Friedrich und Gertrud: Farb- und Speicherstoffe in reifenden Ölpalmenfrüchten. (Mit 4 Abb. im Text.) 213

Ursprung, A. und Blum, G.: Zur Kenntnis der Saugkraft IV. Die Absorptionszone der Wurzel. Der Endodermissprung 70

—, — und —, —: Zur Kenntnis der Saugkraft V. Eine Methode zur Bestimmung des Widerstandes, den der Boden der Wasserabsorption durch die Wurzel entgegensetzt 139

Wangerin, Walther: Beobachtungen über die Entwicklung der Vegetation in Dünentälern. I. 365

—, —: Beobachtungen über die Entwicklung der Vegetation in Dünentälern. II. 371

Weber, Friedl: Über die Winterruhe der Holzgewächse 152

—, —: Die Zellsaftviskosität lebender Pflanzenzellen 188

Weese, J.: Über einige Ascomyceten aus dem mährisch-schlesischen Gesenke 108

—, —: Über die Gattungen *Ophiosphaeria* W. Kirschst., *Acanthophiobolus* Berl. und *Ophiochaeta* Sacc. 114

Wieler, A.: Das Bluten in Blättern 50

Wollenweber, H. W.: Zur Systematisierung der Strahlenpilze (Gattung *Actinomyces* Harz.) . . . . (26)

Ziegenspeck, H.: Über die Rolle des CASPARYschen Streifens der Endodermis und analoge Bildungen 302

Übersicht der Hefte.

Heft 1, ausgegeben am 24. Februar 1921, S. 1—62 (SCHWENDENER-Heft).
Heft 2, ausgegeben am 23. März 1921, S. 63—98 (PAUL-MAGNUS-Heft).
Heft 3, ausgegeben am 28. April 1921, S. 99—134 (L.-KNY-Heft).
Heft 4, ausgegeben am 26. Mai 1921, S. 135—172.
Heft 5, ausgegeben am 23. Juni 1921, S. 173—206.
Heft 6, ausgegeben am 28. Juli 1921, S. 207—234.
Heft 7, ausgegeben am 10. September 1921, S. 235—270.
Heft 8, ausgegeben am 24. November 1921, S. 271—310.
Heft 9, ausgegeben am 22. Dezember 1921, S. 311—350.
Heft 10, ausgegeben am 26. Januar 1922, S. 351—390.
Generalversammlungsheft (Schlußheft), ausgegeben am 24. August 1922 S. (1)—(154).

Berichtigung.

S. 285, Zeile 2 von unten lies „*platensis*“ statt „*bona nox*“.